



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTÀ DI MEDICINA VETERINARIA

Corso di Laurea in Medicina Veterinaria

Tesi di laurea

Effetto di diete ipoproteiche e della loro interazione con il
genotipo dell'animale sulle performance di accrescimento di
suini ibridi Goland

Relatore: Professor Paolo Carnier

Laureanda: Erika Bagatella

N° Matricola: 539294/MV

Anno Accademico 2009/2010

1.Indice

1. Indice.....	1
2. Riassunto.....	3
3. Abstract.....	5
4. Introduzione.....	7
4.1 Il comparto suinicolo in Italia: caratteristiche di rilievo.....	7
4.2 Tra le difficoltà del comparto suinicolo: la direttiva nitrati.....	9
4.2.1 Motivazioni alla base della direttiva nitrati: l’impatto ambientale della zootecnia.....	9
4.2.2 I vincoli della direttiva nitrati.....	11
4.2.3 Le ricadute della direttiva sulla suinicoltura italiana.....	14
4.3 Le soluzioni proposte	17
4.3.1 Le emissioni azotate dovute alla dieta.....	19
4.3.2 Le soluzioni proposte per diminuire l’impatto ambientale della dieta.....	20
4.4 I benefici aggiuntivi della riduzione proteica.....	26
5. Obiettivi.....	29
6. Materiale e metodi.....	31
6.1 Gli animali	31
6.2 Le tesi alimentari sperimentali.....	32
6.3 Le strutture di stabulazione.....	33
6.4 I controlli e i trattamenti sanitari.....	36
6.5 Altri rilievi eseguiti nel corso della prova sperimentale.....	38
6.6 La macellazione.....	40
6.7 L’analisi statistica.....	41
7. Risultati.....	43
7.1 La composizione dei mangimi.....	43
7.2 Le performance d’accrescimento.....	44
8. Discussione.....	47
9. Conclusioni.....	51
10. Bibliografia.....	53
11. Tabelle.....	59
12. Ringraziamenti.....	69

2.Riassunto

Nel presente lavoro sono stati esaminati gli effetti di diete ipoproteiche e della loro interazione con il genotipo dei suini, sulle prestazioni d'accrescimento misurate infra-vitam sugli animali. Lo scopo della prova sperimentale era verificare l'ipotesi secondo cui la somministrazione di livelli di proteina inferiori a quelli tradizionalmente impiegati, senza ulteriori integrazioni aminoacidiche, non presenta ripercussioni negative sulle prestazioni del suino pesante. Infatti, la peculiarità di questo tipo di produzione, tipicamente italiana, si riflette sulla mancanza in letteratura di dati relativi all'influenza di un'alimentazione ipoproteica su animali che debbono raggiungere i 160 kg di peso in almeno 9 mesi, come previsto dai disciplinari di produzione di alcuni tra i più rinomati prodotti nazionali. La prova sperimentale è stata condotta presso l'Azienda Agraria Sperimentale "L. Toniolo" dell'Università di Padova (Legnaro, PD). Gli animali utilizzati nella prova erano 160 suini ibridi Goland, suddivisi in 2 cicli di prova. Questi sono arrivati presso le strutture di stabulazione ad un peso vivo medio di 98 kg, e sono stati seguiti fino alla macellazione, avvenuta ad un peso medio di 167,4 kg. Le diete somministrate erano contraddistinte da livelli proteici decrescenti, da un massimo di 14,6% di proteina grezza fino ad un livello minimo pari al 10,7%. La quota di mangime somministrato quotidianamente partiva da 2,3 kg, ed è arrivata fino ai 3,2 kg/d distribuiti al termine della prova. I box in cui si è svolta la sperimentazione disponevano di superfici più che compatibili con i vincoli imposti in merito al benessere animale, ed erano dotati ciascuno di una stazione di autoalimentazione. Grazie a queste ultime sono stati registrati i dati relativi ai consumi alimentari di ogni singolo suino, reso riconoscibile mediante un trasponder auricolare. I due cicli di prova hanno avuto una durata di 102 e 112 giorni rispettivamente, e durante questi periodi sono stati rilevati i dati concernenti il peso vivo e lo spessore del grasso dorsale. L'analisi statistica condotta sui dati ottenuti ha permesso di confermare l'ipotesi della tesi, poiché la riduzione del livello proteico ed aminoacidico non ha avuto ripercussioni significative sulle prestazioni infra-vitam ottenute, che sono da considerarsi ottimali per il suino pesante (accrescimento medio giornaliero di 0,65 kg/d, indice di conversione medio pari a 4). Il peso finale, l'accrescimento giornaliero, l'indice di conversione, il consumo totale e i parametri relativi allo spessore del grasso dorsale non sono risultati significativamente influenzati dalle differenti formulazioni proteiche. Il genotipo, e l'interazione tra dieta e genotipo, hanno invece avuto ripercussioni significative sul peso finale raggiunto dagli animali. I risultati a cui si è giunti nell'ambito della presente tesi indicano come sia possibile ottenere suini pesanti con un minor impatto ambientale e con benefici economici per gli allevatori, e si prestano ad essere un punto di partenza per un approfondimento dell'impatto delle differenti linee genetiche sull'utilizzo delle

diete somministrate.

3.Abstract

This work investigated the effects of low-protein diets and of their interaction with sire effects on growth performance and feed intake of heavy pigs. The purpose of the experimental trial was to test the hypothesis that administration of low-protein diets with no additional aminoacid supplement does not exert detrimental effects on performance of heavy pigs when compared to traditional diets (high-protein diets). Indeed, the peculiarity of this type of production that is typically Italian, is reflected in the literature about the lack of data on the influence of low-protein diet in animals that have to reach 160 kg in at least nine months, as required by the disciplinary production of some of the most popular Italian products. The experimental trial was carried out at the experimental farm "L. Toniolo" of the University of Padova (Legnaro, PD). Pigs used in this study were 160 Goland crossbred pigs partitioned into two fattening cycles. Animals arrived at the experimental farm at an average live weight of 98 kg and were slaughtered at an average live weight of 167.4 kg. Pigs were partitioned into four groups and were fed, under restricted feeding, four diets with decreasing protein levels from 14.6% crude protein to 10.7% crude protein. The initial daily amount of feed administered to each animal was 2.3 kg and the amount reached 3.2 kg at the end of the trial. Pigs were allotted in pens owning self-powered feeding stations with floors that complied to current rules on animal welfare. Data on feed consumption, time of visit at the station and meal duration of each pig were automatically recorded by the feeding station. The two fattening cycles had a duration of 102 and 112 d, respectively, and during these periods individual data on body weight and backfat thickness were recorded. Statistical analysis led to accept the hypothesis that use of low-protein diets had no detrimental effect on growth performance and feed efficiency of heavy pigs and growth performance during the trial were comparable to optimal values in Italian pig farming (average daily gain of 0.65 kg/d and feed conversion of 4). Average final weight, daily gain, feed conversion, total feed consumption, and averages of traits related to backfat thickness were not significantly affected by experimental diets. Conversely, sire effects and the interaction sire x diet had a significant impact on variation of final weight of pigs. These results indicate that it is possible to reduce the environmental impact of pig feeding practices and to increase, simultaneously, economic benefits for pig farmers. Further studies on the effects of low-protein diets on performance of pig lines differing in the genetic potential for lean growth are needed.

4.Introduzione

4.1 Il comparto suinicolo in Italia: caratteristiche di rilievo

Nel complesso delle produzioni zootecniche italiane riveste una notevole importanza l'allevamento del suino, una specie che con oltre 9 milioni di capi allevati (EUROSTAT, 2010) rappresenta una considerevole fetta del patrimonio zootecnico nazionale, con i conseguenti risvolti economici, anche in considerazione del valore dell'industria di trasformazione. Le peculiarità del settore che rivestono particolare valore ai fini di questa tesi sono due:

- la distribuzione geografica degli allevamenti;
- la vocazione italiana alla produzione del suino pesante.

Una cospicua parte degli allevamenti di suini si concentra nel Nord Italia, in particolar modo nelle regioni Lombardia, Emilia Romagna, Piemonte e Veneto (in ordine decrescente per la consistenza del patrimonio suinicolo), che vedono la presenza nel loro territorio dell'80% del comparto suinicolo nazionale (ISTAT, 2009). L'accentramento di questo settore rappresenta un trend in crescita negli ultimi anni, in cui si è registrato un aumento dell'intensità d'allevamento e della concentrazione geografica delle aziende proprio nella zona della Pianura Padana. La presenza di un così rilevante numero di animali in quest'area ne determina una densità che, se da una parte favorisce la specializzazione dell'allevamento, dall'altra è responsabile di un alto grado d'impatto ambientale, in termini di problematiche sanitarie per l'uomo e d'inquinamento e depauperamento delle risorse ambientali (suolo, aria, acqua). In particolare l'imponente quantità di deiezioni che ne derivano, nell'ambito di un'area territoriale relativamente limitata, fa insorgere problematiche riguardanti il loro smaltimento, poiché sono in eccesso rispetto alla quota che potrebbe essere utilizzata come fertilizzante senza provocare un potenziale inquinamento ambientale.

L'altra importante peculiarità italiana è la ripartizione del settore in tre comparti produttivi: l'allevamento del suino leggero, macellato a 100 ± 20 kg di peso vivo, quello del suino intermedio, macellato a 130 ± 10 kg, e quello del cosiddetto suino pesante, macellato a 160 ± 10 kg di peso. Mentre la carne dei primi due prodotti è destinata soprattutto al consumo fresco, quest'ultima tipologia d'allevamento, che caratterizza oltre il 90% delle aziende suinicole nazionali (Corradini, 2007), è unica nel panorama mondiale e riveste particolare importanza in quanto finalizzata alla trasformazione industriale in prodotti di elevata qualità. Le motivazioni che hanno favorito e incentivato nel tempo questo comparto produttivo si ritrovano nell'accostamento dell'allevamento

delle bovine da latte (il siero, scarto di lavorazione dei prodotti caseari, veniva utilizzato come fonte principale di alimento nella fase d'ingrasso per i suini) e nella tradizione culinaria fortemente radicata nelle regioni del Nord Italia, dove il suino pesante viene sfruttato per produrre piatti e preparazioni tipiche, basti pensare ai salumi o allo zampone. Dalla trasformazione della coscia si ottengono i prodotti di maggior pregio, molti dei quali per la loro tipicità godono della denominazione di origine protetta (DOP, come ad esempio il Prosciutto di San Daniele, il Prosciutto di Veneto Berico-Euganeo) o dell'indicazione geografica protetta (IGP, come il Prosciutto di Norcia o il Prosciutto di Sauris) e sono pertanto riconosciuti in ambito internazionale (Reg. CE n°510/2006 e successivi aggiornamenti). L'allevamento dei suini destinati alle filiere DOP ed IGP rappresenta una grossa fetta della produzione suinicola italiana (i suini destinati alle sole produzioni DOP incidono quasi per il 70% sul numero di capi macellati annualmente nel nostro paese), ma prevede anche il rispetto di una serie di vincoli imposti dai disciplinari di produzione dei diversi prodotti. Tra questi ci sono ad esempio indicazioni sull'ubicazione geografica degli allevamenti, sulle razze utilizzabili, ma soprattutto sul peso medio di ogni animale alla macellazione che non deve essere inferiore ai 160 kg e sull'età che non deve essere minore ai nove mesi, caratteristiche che possono essere rispettate solo allevando il suino pesante. Questi ultimi due vincoli inoltre si ripercuotono sulle modalità di allevamento degli animali, in quanto il raggiungimento di un peso vivo elevato nel tempo prestabilito richiede delle scelte alimentari precise, volte sia ad assicurare un corretto apporto di tutti i nutrienti necessari al fabbisogno dell'animale, che ad ottimizzare l'efficienza alimentare per ridurre il più possibile l'incidenza dei costi della dieta nell'ambito degli oneri di produzione. D'altra parte le scelte nella dieta non possono prescindere dall'obiettivo di qualità del prodotto finito (che deve essere caratterizzato da un elevato grado di marezza, oltre che da una buona infiltrazione grassa delle masse muscolari, necessaria per permettere di raggiungere le tipiche caratteristiche organolettiche), in parte per l'approccio della classificazione delle carcasse suine che va a influenzare il prezzo finale corrisposto all'allevatore (Reg. CE 3220/84 e Reg. CE successivi) e inoltre per permettere alla coscia (quella destinata alla produzione di Prosciutto Parma rappresenta da sola oltre il 27% del valore della carcassa, Gibellini, 2009) di soddisfare i rigidi requisiti delle filiere DOP ed IGP. Il comparto suinicolo è quindi caratterizzato nel nostro paese sia da un'importante quantità di capi allevati soprattutto nell'area della Pianura Padana, sia dalla tipicità dei prodotti alimentari che se ne ricavano, nell'ambito di una sempre maggior attenzione del consumatore verso un prodotto di qualità e d'origine certificata, e che rivestono particolare importanza economica nel panorama nazionale ed europeo, in considerazione anche del primato dell'Italia per il numero di certificazioni DOP ed IGP concernenti le carni preparate.

4.2 Tra le difficoltà del comparto suinicolo: la direttiva nitrati

Nell'attuale situazione di mercato crescono sempre più le difficoltà economiche degli allevatori, da una parte per il diminuire della redditività causato dalle basse quotazioni dei mercati e dall'aumento dei costi di produzione, e dall'altra per i vincoli di legge imposti dall'Unione Europea. Le problematiche di questo settore impongono la ricerca di nuove soluzioni volte ad aumentare l'efficienza dell'allevamento suinicolo, assieme ad interventi diretti a facilitare il rispetto delle norme europee, in particolare della cosiddetta "direttiva nitrati" (Reg. CE 91/676) che ha come obiettivo la protezione dell'ambiente, ma che comporta oneri da non sottovalutare per gli allevatori.

4.2.1 Motivazioni alla base della direttiva nitrati: l'impatto ambientale della zootecnia

L'ambiente che ci circonda e le risorse che ci fornisce (l'atmosfera, le risorse idriche, i terreni), sono essenziali per la sopravvivenza della vita sul nostro pianeta e questa sempre maggior consapevolezza, assieme alla crescente sensibilità rivolta alle tematiche ambientali, impone il massimo impegno anche legislativo per la loro tutela. Nell'ambito degli studi volti a comprendere il ruolo dell'uomo nel depauperamento di queste risorse e nei cambiamenti climatici, emerge l'importante impatto delle produzioni zootecniche nell'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo, che comporta danni diretti sull'ambiente, sulla salute dell'uomo e sulla qualità di vita. Per quanto concerne l'aria, oltre alla formazione di odori sgradevoli (in gran parte dovuti alle emissioni d'ammoniaca) che crea disagi in ambito locale, secondo l'ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente) e il CRPA (Centro Ricerche Produzioni Animali) alle attività agricole è riconducibile il 93% delle emissioni ammoniacali antropogeniche che si riversano nell'atmosfera (con una quota prevalente del 71% circa attribuibile al settore zootecnico), il 45% delle emissioni di metano (di cui ben il 41% dovute alla zootecnia) e il 51% delle emissioni di protossido d'azoto, che hanno invece ripercussioni a livello globale. Negli allevamenti zootecnici le principali fasi in cui si verificano le emissioni di questi gas potenzialmente inquinanti sono: il ricovero degli animali, i processi respiratori e digestivi, gli stoccaggi delle deiezioni animali e lo spandimento agronomico delle deiezioni. L'ammoniaca in particolare si libera dalla decomposizione dell'azoto in forma organica presente nelle feci e in quota maggiore dall'idrolisi dell'urea presente nelle urine (urea che rappresenta anche il composto che più velocemente si trasforma in ammoniaca). L'emissione di ammoniaca, metano e protossido d'azoto ne aumenta significativamente le rispettive concentrazioni nell'atmosfera, inquinando l'aria e contribuendo al fenomeno del riscaldamento globale a cui è stata attribuita la responsabilità dei cambiamenti climatici in atto. In particolare il gas serra con maggior impatto a questo proposito è il protossido d'azoto (N_2O), che possiede il più elevato GWP (global

warming potential, unità di misura utilizzata per confrontare il diverso impatto nocivo dei vari gas serra nell'arco temporale dei prossimi cento anni). Il protossido d'azoto inoltre, assieme ad altri inquinanti sempre di origine zootecnica (tra cui i composti organici volatili, gli ossidi di zolfo e gli ossidi d'azoto), è responsabile della formazione di composti acidi, dannosi ad esempio per il sistema respiratorio. Questi composti inoltre, ritornando sulla terra, danno luogo al fenomeno delle piogge acide, potenzialmente nocive per le colture e le foreste poiché determinano l'acidificazione del suolo, e che possono rendere le acque inospitali per la popolazione ittica, per la vegetazione e per le altre forme animali. L'eccesso di nitrati e fosforo nelle acque è, inoltre, responsabile del processo di eutrofizzazione delle acque marine, presente in misura significativa nel Mar Adriatico, ovvero di un abnorme sviluppo delle alghe che porta ad un aumento della mortalità delle specie ittiche. L'incremento di queste due sostanze, è da imputarsi in gran parte alla considerevole concentrazione degli allevamenti intensivi, ed in particolar modo a quelli suinicoli, in quanto i reflui derivanti da questa specie sono ricchi, in rapporto al contenuto in sostanza secca, proprio d'azoto e fosforo. Un altro pericolo è rappresentato dall'inquinamento delle falde acquifere da parte dei nitrati, imputabile all'uso eccessivo di reflui zootecnici e concimi minerali sui terreni; in quantità eccessive (50 mg/l è il limite fissato dall'Unione Europea perché l'acqua possa venir considerata potabile) i nitrati sono nocivi per la salute dell'uomo, oltre che per quella degli animali. A livello del suolo l'impatto inquinante è da ricondursi tra le altre cause all'accumulo di farmaci, metalli pesanti e nutrienti utilizzati in zootecnia e in agricoltura (LEAD, FAO, 2006). L'elemento principalmente responsabile dell'inquinamento ambientale per quanto concerne sia l'aria, che l'acqua e il suolo, è quindi rappresentato dall'azoto (N), componente dei composti sopraccitati (ad esempio ammoniacca, protossido d'azoto). Questo elemento, seppur essenziale per la vita di piante e animali, con un ruolo centrale nei processi ecologici e nelle dinamiche di popolazione (in grado di determinare tra l'altro la produttività delle colture), si ritrova in eccesso nel 7-18% degli ecosistemi naturali in ambito globale, percentuale che aumenta considerando l'area dell'Europa Occidentale, dove si stima che fino al 90% degli ecosistemi vulnerabili riceva una quota eccedente i limiti massimi, con le ricadute in termini d'inquinamento precedentemente menzionati (LEAD, FAO, 2006). La maggior parte dell'azoto emesso dalle specie zootecniche raggiunge l'ambiente tramite le loro deiezioni; in particolare per il suino è stato calcolato che l'azoto rilasciato nei concimi per posto/anno sia da considerarsi di circa 10,1 kg (ERM/AB-DLO, 1999). I reflui zootecnici, un tempo risorsa preziosa come fertilizzanti per le colture, oggi sono quindi divenuti un'importante problematica, poiché presenti in eccesso rispetto alle capacità delle colture di utilizzarli (capacità che risentono tra l'altro di numerose variabili, tra cui la struttura dei suoli, le condizioni climatiche e il tipo di coltura). I fattori che nel corso degli ultimi decenni hanno determinato quest'eccedenza

sono in particolar modo due: la diffusione dei concimi chimici, il cui utilizzo è globalmente in crescita, tranne proprio nell'Europa Occidentale dove negli ultimi anni risulta essersi stabilizzato, (anche grazie ai vincoli legislativi), e l'intensificazione degli allevamenti, che vede la presenza di aziende di dimensioni in costante aumento e la tendenza a concentrare le produzioni in aree limitate (ISTAT, 2009), come accade proprio per l'allevamento suino nel Nord Italia. Quella italiana tuttavia non è un'eccezione: a livello europeo situazioni simili si riscontrano ad esempio in Danimarca, Belgio, Spagna e Francia, tanto che il 50% dei suini allevati nell'Unione Europea si trova in sole nove regioni, che ricoprono solo il 10% dell'UAA (Utilised Agricultural Area) e che la metà dei suini europei è allevata in aziende con un numero di capi pari o superiore a mille unità (EUROSTAT, 2002). Da questa situazione è nata quindi la pressante esigenza di comprendere appieno la problematica dei nitrati nel territorio comunitario ed di arginare la situazione, e in questo contesto è stata emanata nel 1991 la direttiva nitrati, ovvero il Reg. CE 91/676.

4.2.2 I vincoli della direttiva nitrati

Per "direttiva nitrati" s'intende il Reg. CE emanato il 12 dicembre del 1991 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale il giorno 31 dello stesso mese, relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. L'atto legislativo è stato ritenuto necessario in considerazione dell'aumento in alcuni degli stati membri del contenuto di nitrati nelle acque, dell'impellenza di controllare l'inquinamento idrico risultante dallo spandimento e dallo scarico di deiezioni del bestiame o dall'uso eccessivo di fertilizzanti che devono essere considerati come un rischio ambientale, e dell'auspicabilità di un'azione comune a livello europeo per una maggior considerazione nell'ambito della politica agricola delle tematiche ecologiche. Il Consiglio della Comunità Europea quindi, partendo dal presupposto che i nitrati di origine agricola siano la causa principale dell'inquinamento proveniente da fonti diffuse che colpisce le acque comunitarie, per tutelare la salute umana, le risorse viventi e gli ecosistemi acquatici e per salvaguardare gli altri usi legittimi dell'acqua, emanò nel 1991 la direttiva nitrati. Questa nuova normativa imponeva alle diverse nazioni una serie di azioni, volte a studiare e a monitorare la situazione dell'inquinamento a livello locale, per poter meglio comprendere le esigenze di ogni singolo territorio e capire quali fossero gli interventi da porre in atto di conseguenza. La direttiva doveva essere recepita dai singoli stati membri entro il 1993, e questi dovevano quindi adempiere ad una serie di obblighi, tra i quali quello di determinare le condizioni delle acque superficiali e profonde in relazione al loro grado d'inquinamento reale o potenziale, per individuare entro due anni quali fossero le Zone Potenzialmente Vulnerabili ai nitrati (ZVN) e per redigere Piani d'azione

a carattere locale e codici di buona pratica agricola (Cbpa), contenenti i criteri per limitare l'uso degli effluenti zootecnici e gli apporti di concimi azotati. In particolare i criteri per designare le ZVN si basavano e si basano tutt'oggi sul carico animale: specie animale allevata, intensità degli allevamenti e loro tipologia, tipologia dei reflui che ne derivano e modalità di applicazione al terreno, coltivazioni e fertilizzanti in uso; inoltre, per definire una ZVN, si deve far riferimento ai fattori ambientali che possono concorrere a determinare uno stato di contaminazione, come ad esempio le condizioni climatiche ed idrogeologiche, la capacità di attenuazione del suolo nei confronti dell'inquinante, il tipo di ordinamento colturale e le relative pratiche agronomiche. Purtroppo in Italia, come del resto in tutta l'Europa, il recepimento della direttiva è stato molto lento, anche a causa delle notevoli difficoltà e delle complesse problematiche che ne scaturivano. Per quanto riguarda il nostro paese, la direttiva è stata inizialmente recepita con il D.Lgs.152/99, che attribuiva alle singole regioni compiti quali il monitoraggio delle acque, la designazione delle zone vulnerabili da nitrati di fonti agricole, la definizione e l'attuazione di programmi d'azione. Questi ultimi, dovevano contenere tra l'altro le norme per lo stoccaggio e lo spandimento di fertilizzanti e reflui zootecnici secondo il Codice di buona pratica agricola, nel rispetto del limite imposto a livello europeo di 170 kg/ha/anno di azoto da effluente zootecnico spandibile nei terreni appartenenti alle ZVN. Sempre nel 1999 il Ministero per le Politiche agricole e forestali ha emanato un decreto ministeriale in merito alla "Approvazione del codice di buona pratica agricola", che prende in considerazione i problemi dell'azoto in ottemperanza alla direttiva europea, ponendosi come base per l'elaborazione di codici mirati alle esigenze regionali a discrezione delle competenti amministrazioni. Le misure adottate dell'Italia ed in particolare dalle singole regioni per ottemperare agli obblighi della direttiva nitrati sono però risultate insufficienti, tanto da indurre la Commissione Europea ad aprire una procedura d'infrazione per violazione della direttiva CE 91/67. In particolare al nostro paese sono state contestate le modalità di definizione delle aree vulnerabili da parte delle regioni, che non corrispondono a uno studio effettuato in sede europea (studio Anas-Niva del 2004), con la conseguente necessità di estendere notevolmente le aree comprese nelle ZVN, e d'imporre agli imprenditori del settore vincoli molto stretti e da rispettare in tempi rapidi. Pertanto l'Italia ha emanato nel 2006 il decreto ministeriale n.209, recante i "Criteri e norme tecniche generali per la disciplina generale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti d'allevamento", obbligando le regioni a rivedere tra l'altro l'estensione delle ZVN, anche in considerazione dell'aumento dei parametri di misura dell'azoto escreto per tonnellata di peso vivo, pari al 50% per i suini, imposto dall'Unione Europea. Le ZVN sono quindi state notevolmente ampliate fino ad essere perfino raddoppiate, come nel caso del Piemonte, dove si è passati da un'area vulnerabile comprendente il 29% della SAU (Superficie Agricola Utile) al 52%, o della

Lombardia la cui SAU è composta al 62% di ZVN. Il decreto contiene, inoltre, norme inerenti la gestione degli effluenti d'allevamento, disciplinandone la produzione, la raccolta, lo stoccaggio, la maturazione, il trasporto e lo spandimento. Il rinvio o l'applicazione solo parziale degli obblighi contenuti nella direttiva nitrati da parte dell'Italia, sta pertanto tuttora costringendo il sistema amministrativo e gli imprenditori del settore ad adeguarsi in tempi stringenti, con conseguenze drastiche anche a livello economico per riuscire a rispettare tutti i vincoli, tra cui spicca quello dei 170 kg/ha d'azoto spandibili nelle zone vulnerabili e dei 340 kg/ha anno nelle zone ordinarie. Negli altri Paesi europei (come ad esempio Belgio, Olanda e Germania), le difficoltà derivanti dai vincoli della normativa sono state affrontate con maggior gradualità, consentendo a queste nazioni di ottenere anche deroghe temporanee o per alcune specifiche modalità d'allevamento, come ad esempio la deroga prevista dalla direttiva che esenta dall'obbligo di designare zone vulnerabili, quando siano applicati efficaci programmi d'azione sull'intero territorio nazionale. In Italia, invece, l'iniziale delimitazione di ZVN ristrette e i bassi parametri tecnici considerati non hanno posto un freno al generale aumento del carico di bestiame per ettaro, ed hanno consentito il ricorso allo spandimento dei reflui su terreni di aziende vicine per rispettare i limiti imposti, provocando il progredire dell'inquinamento delle acque.

Risulta peraltro evidente come sia opportuno prepararsi a una continua evoluzione della legislazione europea a tutela dell'ambiente, nell'ambito della quale la direttiva nitrati è stata solo un primo passo verso l'emanazione di altri provvedimenti, come dimostra ad esempio la direttiva 96/61/EC, nota come "direttiva IPPC" (Integrated Pollution Prevention and Control), con cui viene posto l'obiettivo di una riduzione integrata dell'inquinamento. La direttiva, a differenza delle precedenti normative ambientali, che prendevano in considerazione singolarmente i diversi tipi di inquinanti, prevede che per ciascuna attività produttiva, compresi gli allevamenti intensivi, debba venir rilasciata un'unica autorizzazione "integrata", che comprenda cioè tutte le forme di scarico in atmosfera, nelle acque e nel suolo. In particolare le aziende zootecniche sono chiamate a rispettare i limiti fissati dalla normativa per l'emissione nell'atmosfera di sostanze gassose e polveri, con riferimento ai gas serra e in special modo all'ammoniaca. Per quanto riguarda le aziende suinicole, sono chiamate a richiedere l'Autorizzazione integrata ambientale (Decreto legislativo n.59 del 2005, in recepimento della Direttiva 96/61) proprio quelle di maggiori dimensioni, con almeno 2.000 posti per suini da produzione di oltre 30 kg o con 750 posti scrofe. Questa direttiva, infatti, non tiene conto della densità degli allevamenti, ma solo delle dimensioni della singola azienda. Elemento innovativo introdotto con la direttiva è il concetto di BAT (Best Available Technologies), ovvero di quell'insieme di tecniche che permettono di ridurre l'impatto ambientale

dell'allevamento, senza incidere negativamente su gestione e redditività dell'azienda (Valli et al., 2003). Altra normativa da prendere in considerazione è la direttiva NEC (National Emission Ceilings) del 2001, che pone dei tetti nazionali alle emissioni dei gas serra, in accordo col protocollo di Göteborg in ambito UNECE (United Nation Economic Commission for Europe). Oltre che in considerazione dell'emanazione di future direttive, l'adeguamento alla direttiva nitrati risulta impellente poiché, con la riforma Fischler del 2003, il rispetto dei vincoli da essa imposti è stato inserito tra i Criteri di gestione obbligatori inerenti la eco-condizionalità (regolamento Ce 1782/2003), e le nuove misure a tutela dello sviluppo rurale vietano i finanziamenti alle imprese per l'adeguamento delle norme già in vigore.

4.2.3 Le ricadute della direttiva sul comparto suinicolo

Pur essendo quindi passati quasi vent'anni dalla pubblicazione della direttiva, il comparto zootecnico italiano si trova tuttora ad affrontare il problema di come far combaciare i limiti europei e le caratteristiche della propria realtà produttiva. La necessità più impellente è quella inerente la gestione della quantità di effluente prodotto in eccedenza, che affligge particolarmente il settore suinicolo per diverse ragioni di seguito elencate:

- Le aziende di questo comparto si distribuiscono, come abbiamo visto, concentrandosi in poche regioni che per questo stesso motivo sono anche quelle con la maggior estensione di ZVN, proprio per il maggior carico zootecnico per unità di superficie. Sono quindi le aree a maggior vocazione suinicola e nel cui territorio si trovano le aziende più efficientemente organizzate, a subire maggiormente il peso della normativa, con il rischio di non riuscire a mantenere gli attuali livelli dell'attività zootecnica.
- Queste aziende, proprio per le caratteristiche produttive della specie allevata, sono tra quelle zootecniche che possiedono meno superficie agricola e quindi meno terreni da sfruttare per lo spargimento dei reflui.
- I reflui di questa specie sono tra quelli che presentano le maggiori problematiche riguardo allo smaltimento, poiché composti in origine da una bassa percentuale di sostanza secca, pari a circa l'1,5-6% sul tal quale (t.q.), rispetto ad esempio al letame bovino con il 20-30% di sostanza secca sul t.q., che li rende più difficilmente valorizzabili come ammendanti organici. Inoltre, sono al tempo stesso ricchi di azoto (1,5-5,0 kg/t t.q.) e fosforo (0,5-2 kg/t t.q.) (Orfeo, 2009). Tra le diverse categorie che appartengono a questa specie, sono i suini all'ingrasso a determinare nella maggior misura la produzione di residui azotati, nella quota del 76%, mentre le scrofe contribuiscono per il 15% e i suinetti per il 9% (Dourmad et al.,

1992).

- Va esclusa, per questo settore, la possibilità di ridurre la produzione degli effluenti ricorrendo al decremento del numero di capi allevati, in considerazione del fatto che le aziende di piccole dimensioni difficilmente riescono a resistere sul mercato. Questo è dimostrato dalla riduzione del numero di imprese di questa tipologia, diffuso nei diversi settori zootecnici anche per la necessità di applicare tecnologie sempre più raffinate e pertanto onerose, che costringe l'allevamento ad aumentare le dimensioni per riuscire ad ottenere economie di scala. Inoltre la peculiare produzione di prodotti a marchio certificato richiede al contrario un aumento del numero di suini pesanti prodotti (Veneto Agricoltura, 2009) che, come previsto dai disciplinari di produzione, debbono venir allevati proprio nelle aree già a maggior vocazione suinicola.

Per meglio comprendere l'impatto economico che comporta l'adeguamento alla normativa, alla luce della necessaria diversa gestione degli effluenti, sono stati realizzati diversi studi. Uno di questi, ad esempio, considera i costi da imputare alle diverse strategie che gli allevatori potrebbero mettere in atto, in relazione alla collocazione geografica del loro allevamento in termini di ZVN e ZO (Zone Ordinarie). Tra le strategie esaminate compaiono l'aumento della superficie di terreno disponibile vicino all'allevamento rimanendo sempre in ZVN, il ricorso a trattamenti per la riduzione della quantità d'azoto presente nei liquami prima del loro spandimento e l'aumento della superficie di terreno utilizzabile recuperandola però in ZO, anche se lontane dall'azienda. Anche adottando la prima soluzione, che risulta essere la più economica, ciò comporterebbe in un allevamento di circa 1.500 capi all'ingrasso un aumento del costo di gestione dei liquami di 0,042 euro/kg, pari al 3,1% del costo totale di produzione; si passa invece ad un aumento di 0,086 euro/kg che corrisponde al 6,2% del costo totale di produzione, se si considera un allevamento con circa 6.000 capi all'ingrasso. Nel caso divenisse necessario adottare la seconda soluzione, situazione realistica se si considera la difficoltà di reperimento di nuove superfici agricole, considerando la diminuzione della SAU (Superficie Agricola Utile) nel nostro Paese (ISTAT, 2002), i costi salgono ulteriormente, fino agli 0,065 euro/kg costituenti il 4,5% dei costi di produzione o agli 0,067 euro/kg pari al 4,7% dei costi, rispettivamente per l'allevamento di medie e quello di grandi dimensioni. La terza strategia risulta ancor più svantaggiosa e meno realizzabile, anche in considerazione dell'ampliamento delle ZVN proprio nelle Regioni dove è maggiore il carico zootecnico, e comporta aumenti di 0,110 euro al kg (7,4% dei costi di produzione) per l'azienda media, o 0,095 euro/kg (6,5%) per l'azienda di grosse dimensioni (Corradini, 2006). Secondo un'altra ricerca finanziata dall'Unione Europea e condotta in Italia dal Crpa (Centro di ricerca per le

produzioni animali) conclusasi nel 2008, ed incentrata proprio sulla valutazione dell'impatto economico della direttiva nitrati sulla produzione agricola, la percentuale di suini allevata in zone vulnerabili sarebbe del 64%, e il 37% dei suini apparterrebbe ad aziende che superano il limite dei 17 suini/ha, valore considerato nello studio come corrispondente ai 170 kg/ha di azoto spandibile. Nel 2008 la quota del settore che si presentava conforme a quanto prescritto dalla direttiva era di appena il 20%, sempre secondo questo studio, che ha inoltre previsto come l'aumento dei costi di produzione necessari per completare l'iter di adeguamento alla normativa sia nel nostro Paese del 2,5%, superiore a quello del comparto suinicolo europeo nel suo complesso, stimato attorno allo 0,55%. Questi costi aggiuntivi andrebbero a determinare l'aumento dei prezzi al consumo, con conseguente perdita di competitività nel settore nel mercato nazionale ed internazionale. La situazione potrebbe diventare meno gravosa se all'Italia venissero concesse delle deroghe alla direttiva nitrati, in quanto la stessa normativa ed il decreto legislativo di recepimento prevedono la possibilità di riconsiderare il limite dei 170 Kg/ha, in considerazione delle condizioni climatiche, colturali e gestionali tipiche di ogni singolo stato membro. Alcuni Paesi europei hanno già ottenuto l'innalzamento della soglia imposta, come i Paesi Bassi per cui il nuovo limite concesso nel 2005 arriva a 250 kg/ha, o la Danimarca e l'Austria per le quali è previsto un tetto di 230 kg/ha. Per ottenere la deroga dell'Unione Europea sarà necessario dimostrare la possibilità di continuare comunque a soddisfare i vincoli ambientali, anche alla luce di caratteristiche peculiari del nostro comparto agricolo, come l'utilizzo di colture ad elevato grado di assorbimento di azoto e con lunghe stagioni di crescita, e mettendo in atto strategie mirate ad aumentare l'efficienza delle concimazioni. Da considerare che, proprio nelle zone della Pianura Padana dove il vincolo imposto ha maggior ricaduta, il sistema colturale tradizionalmente applicato, per le tipologie di colture ad elevato assorbimento di azoto e per il sistema del doppio raccolto, garantisce un intensivo sfruttamento delle sostanze fertilizzanti, applicate con lo spandimento delle deiezioni, e necessarie per mantenere la fertilità dei terreni. Risulta inoltre opportuno anche considerare il ricalcolo dell'escrezione azotata, in maniera che questa risulti maggiormente rappresentativa dei sistemi di produzione locali. A tal fine, è stato condotto uno studio volto ad analizzare i sistemi produttivi nel Nord-Est italiano, che ha stimato l'escrezione azotata delle più importanti specie allevate; nello specifico caso del suino pesante lo studio ha evidenziato un valore di N escreto delle deiezioni per posto/anno pari a 9,96 kg, di poco inferiore al dato di 10,1 kg emerso dallo studio europeo (ERM/AB-DLO, 1999), ma che considera tra l'altro il raggiungimento di un peso vivo finale maggiore (163,4 kg \pm 5,3 rispetto ai 105 considerati a livello comunitario), più rappresentativo della nostra realtà produttiva. Lo studio evidenzia altresì l'impellenza di non considerare valori fissi da applicare a tutte le aziende, ma di riconsiderarli anche tenendo conto di possibili strategie finalizzate alla riduzione

dell'escrezione azotata applicabili dalle singole imprese (Xiccato et al., 2005). Presso il Comitato Nitrati della Commissione Europea è già stato aperto nel 2009 il negoziato per la richiesta di deroga che, se verrà autorizzata, sarà concessa su richiesta alle singole aziende che ne potranno usufruire se conformi ai requisiti che verranno stabiliti dal Comitato.

4.3 Le soluzioni proposte

Nell'attesa di sapere se anche all'Italia verranno concesse deroghe sull'uso dei reflui zootecnici, è comunque necessario agire nell'ottica di sviluppare un comparto zootecnico a sempre minor impatto ambientale, anche in funzione dell'eco-compatibilità sempre più richiesta dal consumatore e della Legislazione europea e non solo. È da ritenersi doveroso il pensare ai vincoli normativi imposti non solo come uno svantaggio economico, ma anche come occasione per puntare a uno sviluppo tecnico-scientifico che permetta di trovare nuove soluzioni applicative volte a un maggior rispetto dell'ambiente. Le proposte emerse finora, e che hanno iniziato a trovare applicazione in campo pratico, riguardano in particolar modo la gestione dei reflui zootecnici, ma numerosi studi partono anche dall'idea di agire alla radice del problema, per ottenere deiezioni che già all'origine risultino meno ricche di sostanze azotate inquinanti. Per quanto riguarda le soluzioni nel campo della gestione del refluo, oltre all'acquisizione di nuovi terreni con i costi e le difficoltà precedentemente evidenziati, sono stati proposti numerosi interventi per modificare la composizione azotata ed inquinante nei liquami. Queste strategie sono caratterizzate da diverse fasi, che partono generalmente dalla separazione della sostanza solida da quella liquida, per ottenere due frazioni, una concentrata ed una chiarificata, le quali possono poi essere gestite in modo diverso, considerando le diverse concentrazioni in sostanza secca e nutrienti, e la cui gestione risulta quindi più razionale di quella del liquame tal quale. Ad entrambe le sostanze possono quindi essere applicati altri trattamenti fisico-chimici, quali il compostaggio, la gassificazione, l'evaporazione, la denitrificazione o la digestione anaerobica (quest'ultima volta alla produzione di biogas, e quindi di energia considerata pulita, da cui l'allevatore potrebbe anche ricavare un ritorno economico), per ridurre il carico d'azoto in esse contenuto. Un'altra soluzione che appare percorribile, soprattutto per le aree più vulnerabili e sensibili alla direttiva nitrati, è rappresentata dalla possibilità d'inviare quote d'effluenti zootecnici (tal quali o precedentemente trattati con le metodiche sopraccitate) ai depuratori urbani, in particolare per l'alimentazione dei digestori anaerobici che consentono la produzione di biogas (Piccinini, Bonazzi, 2005). Per quanto concerne invece le emissioni di ammoniaca, regolamentate dalla direttiva IPPC 96/61 CE, per il comparto suinicolo nello specifico, è stato condotto uno studio dall'Enea (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo

sviluppo tecnologico sostenibile), in collaborazione con il Centro di Produzioni Animali S.p.a di Reggio Emilia. Tra gli obiettivi della ricerca, verificare la situazione del comparto in Italia e valutare alcune tecniche utilizzabili per decrementare i livelli d'ammoniaca emessi, anche in base alla loro applicabilità; ad esempio, tra i fattori oggetto di studio, troviamo il diverso l'impatto del tipo di pavimentazione e delle differenti modalità di stoccaggio delle deiezioni suine. Per quanto concerne queste ultime, è stato valutato l'effetto di coperture galleggianti semplificate da sovrapporre ai reflui, che sono risultate avere un'efficienza di abbattimento delle emissioni ammoniacali che arriva fino al 100% con la copertura in olio vegetale di 9 mm, ed è già dell'84% sfruttando 14 cm di paglia trinciata (Valli et al., 2003). Si tratta comunque di considerare tutte queste diverse strategie, oltre che alla luce della loro diversa efficienza, affidabilità ed applicabilità, anche tenendo conto del loro impatto economico che non può prescindere dall'essere compatibile con la redditività aziendale. La percentuale di azoto abbattuto nei reflui può giungere anche al 95% (separando la frazione solida da quella liquida, e ricorrendo successivamente a depurazione biologica più riversamento in fognatura), ma con costi non proponibili al singolo allevatore (Piccinini, Bonazzi, 2005). A tal proposito, risulterebbe sicuramente conveniente l'azione su scala multi aziendale o consortile, vista anche la particolare situazione di concentrazione delle aziende interessate in un'area relativamente limitata, che in questo caso potrebbe agire da elemento positivo per favorire investimenti nell'ambito del trattamento dei liquami su più larga scala (anche considerando lo smaltimento comune con i reflui civili), per ottimizzarne il rendimento e garantirne la sostenibilità economica.

Le strategie volte al trattamento dei reflui non possono e non devono però rappresentare l'unica strada da seguire per la risoluzione del problema, che richiede certamente un approccio integrato. Anziché partire dalle strategie per ridurre l'azoto nelle deiezioni, lavorando quindi con l'output di azoto degli animali, è opportuno considerare la possibilità di agire a monte, ovvero sull'input di azoto che forniamo all'animale attraverso la dieta. La riduzione d'azoto ottenuta con questa strategia risulta essere netta, senza dover far pagare all'ambiente e all'allevatore altri costi (quali ad esempio quelli richiesti per lo smaltimento dei reflui). È inoltre stato dimostrato che il passaggio dal 20% al 12% di proteina grezza della dieta di suini in accrescimento, permette di ridurre del 63% l'emissione di ammoniaca dalle deiezioni, dato da considerare anche ai fini della direttiva IPPC (Portejoie et al., 2004; Fabbri et al., 2009).

4.3.1 Le emissioni azotate dovute alla dieta

L'alimentazione del suino, più degli altri fattori di produzione, determina gran parte del potere inquinante dei reflui, imputato ad esempio all'impiego di fosforo e di metalli pesanti, ma nella maggior parte dovuto alla nutrizione azotata ed in particolare a quella aminoacidica (Mordenti et al., 1995, Dell'Orto et al., 2005). La quota proteica somministrata all'animale e da questo non utilizzata, viene, infatti, eliminata e ceduta all'ambiente in forma solida, liquida o gassosa e diviene pertanto fonte d'inquinamento da azoto. In particolare le fonti di eliminazione sono per il 20-25% le feci, e per il restante 75-80% le urine. L'azoto escreto con le urine, oltre a rappresentare la quota superiore, è anche quello che si trova prevalentemente in forma solubile, ovvero quella che incide maggiormente sull'inquinamento di aria ed acqua. Ma per capire quanto dell'apporto proteico viene perso con le deiezioni, risulta fondamentale conoscere quale è la quota che invece viene utilizzata dall'animale, ovvero l'efficienza di "ritenzione proteica". Questo valore risulta variabile in dipendenza di numerosi fattori, come le razze suine e i genotipi considerati, il sesso degli animali, i livelli energetici delle diete somministrate e l'età, o meglio il peso vivo a cui vengono macellati i suini (Bittante et al., 1990), e ciò è rispecchiato nella notevole eterogeneità che si riscontra a tal proposito nel materiale bibliografico. I valori di ritenzione proteica riscontrati in letteratura variano ad esempio dal 35% (Mordenti et al., 1995) al 34% (Dourmad et al., 1994) o al 32% (Monteiro et al., 2010) o ancora al 22,34% (Rossi et al., 2005), fino al 20% (Della Casa, 2006), in relazione alle diverse condizioni sperimentali. Sappiamo, ad esempio, che il potenziale di ritenzione azotata dei maschi interi (34%) è notevolmente superiore rispetto sia a quello delle femmine (23%, nello stesso studio di Dourmad et al., 1999), che a quello dei maschi castrati (categorie, queste ultime due, che rappresentano la quasi totalità dei suini pesanti allevati per l'ingrasso). La ritenzione dell'azoto si modifica inoltre all'aumentare del peso vivo, a cui corrisponde una diversa deposizione tissutale in quanto si verifica una diminuzione del potenziale di crescita dei tessuti muscolari magri, che segue una curva detta "ad arcobaleno", poiché cresce negli animali giovani fino a raggiungere un picco, per poi decrescere, a favore di un aumento della deposizione di tessuto adiposo (Salvadori et al., 2009). Proprio a questo proposito i dati sperimentali risultano essere più carenti: in molti studi, infatti, la descrizione dell'andamento dell'escrezione azotata all'aumentare del peso vivo si attesta su pesi massimi raggiunti di 120 kg o inferiori (ad esempio in Whittemore et al., 2001; Mordenti et al. 1995; Dourmad et al., 1999), anche in ragione del fatto che la produzione del suino pesante è una peculiarità italiana. In mancanza di dati più precisi su suini pesanti che raggiungono i 160 kg di peso vivo, alcuni studi si sono basati sugli stessi dati emersi dal suino leggero (ad esempio Piva et al., 1993, in una ricerca che valuta l'effetto degli amminoacidi protetti sull'escrezione azotata e

sulle performance del suino pesante), in cui però la ritenzione azotata è sicuramente più favorevole in considerazione del minor peso vivo (Manini et al., 1997). Anche il genotipo degli animali incide sulla ritenzione proteica, in quanto suini ad elevato valore genetico (con rapidi accrescimenti ponderali), utilizzano in modo più efficiente l'alimento ingerito (Salvadori, 2009). Per quanto riguarda la dieta, gli sprechi possono essere rapportati ad un eccessivo apporto di proteina (che va ad incidere sulla quantità di azoto persa con le urine), ad una digeribilità insufficiente della stessa (che viene quindi eliminata tramite le feci), oppure ad un apporto non perfettamente bilanciato in termini di aminoacidi essenziali, e quindi non corrispondente a quella che è la "proteina ideale". Con questa definizione, s'intende la proteina nella quale tutti gli aminoacidi risultino egualmente limitanti o, in altre parole, la composizione proteica che rispetta il rapporto ottimale tra i diversi aminoacidi essenziali, per una certa specie ed una certa età dell'animale. La "proteina ideale" ha peraltro un profilo incostante a seconda delle fonti bibliografiche consultate, soprattutto in relazione al diverso peso e alla variabile costituita dalla velocità di crescita dell'animale (Mordenti et al., 1995).

4.3.2 Le soluzioni proposte per diminuire l'impatto ambientale della dieta

Al fine di aumentare la quota di azoto trattenuto sull'ingerito, è possibile operare seguendo tre diverse strategie (Mordenti et al., 1995; Monteiro et al., 2010):

- aumentare la digeribilità delle proteine somministrate per ridurre le perdite con le feci;
- sviluppare attraverso la selezione genetica animali con maggiori performance in termini di ritenzione proteica;
- formulare correttamente la dieta in rapporto alle reali esigenze dell'animale, così da limitare ogni eccesso proteico ed ogni forma di spreco di azoto a livello metabolico, per ridurre le perdite con le urine.

Per quanto concerne il primo punto, le strade percorribili in tal senso riguardano la scelta di materie prime ad elevata digeribilità, i trattamenti tecnologici praticati sulle materie prime (ad esempio trattamenti termici che distruggano i fattori antinutrizionali, responsabili di una minor digeribilità proteica, come lectine od antitripsine), e i trattamenti enzimatici. L'aumento della digeribilità per decrementare la perdita fecale è documentato in uno studio di Mordenti e Piva (1992) su suini tra i 20 ed i 120 kg di peso vivo, dove si è evidenziato che un aumento della digeribilità della proteina dall'85% al 90% fino al 95%, comportava una diminuzione dell'azoto escreto con le feci da 1 kg a 700 e 400 g rispettivamente. In Schiavon et al. (1997) è riportato come

ad un incremento della digeribilità dall'80% fino all'85%, faccia seguito una riduzione delle escrezioni fecali del 25%; gli autori suggeriscono inoltre come il perseguimento di tale obiettivo possa essere compiuto mediante il contenimento delle proporzioni contenenti fibra (ad esempio crusca ed orzo). Questo tipo di intervento, tuttavia, è efficace solo se accompagnato dall'utilizzo di un minor apporto proteico nella dieta, perché nel caso contrario l'escrezione totale risulta essere pari a quella iniziale, con la sola differenza che l'azoto non più perso con le feci viene shiftato nelle urine (Huisman, 1993). Per quanto concerne l'utilizzo di trattamenti enzimatici, esso trova la sua finalità nel rendere disponibili principi nutritivi fisiologicamente indigeribili, ad esempio per permettere la digestione anche di quella quota di proteina che si trova associata alla fibra e che altrimenti il suino, in quanto monogastrico, non riuscirebbe a sfruttare. In questo caso gli enzimi aggiunti sono dei fibrolitici (ad esempio xilanasi o β -glucanasi), ma è stata anche considerata la possibile aggiunta di fitasi, che permetterebbero una maggior utilizzazione del fosforo. Questo elemento (responsabile assieme all'azoto dei processi di eutrofizzazione) è presente negli alimenti di origine vegetale legato all'acido fitico (per ben due terzi del fosforo totale) e, per essere scisso da quest'ultimo, richiede l'intervento delle fitasi, le quali però non sono secrete dall'apparato digerente dei mammiferi. L'aggiunta di fitasi in diete a basso apporto proteico, permetterebbe inoltre una maggior ritenzione azotata da parte dei suini, rispetto a diete con lo stesso tenore di proteina ma prive dell'aggiunta dell'enzima (Halas et al., 2009), e quindi un corretto apporto d'azoto in soggetti in crescita (studio effettuato su suini con una media di 25 kg di peso vivo). L'interesse pratico nell'aggiunta delle fitasi è tuttavia limitato dal costo dell'enzima, dalla sua labilità alle alte temperature e dalla possibilità di inserire nella dieta cereali con un buon contenuto di fitasi naturale (Mordenti et al., 1995).

Al fine di aumentare l'efficienza alimentare, attraverso l'incremento delle performance dell'animale, sono stati studiati interventi con promotori di crescita e sostanze anabolizzanti, il cui impiego non è tuttavia consentito dalla legislazione europea, e il cui utilizzo non verrà pertanto trattato nel presente lavoro. Nell'ottica di ottenere questo stesso risultato, ci si deve pertanto rivolgere all'azione del miglioramento genetico degli animali; è accertato che somministrare lo stesso tipo di dieta a suini con varie capacità in termini di deposizione proteica (per sesso o genotipo) comporta l'escrezione di quantità d'azoto differenti (Van der Peet-Schwering et al., 1993). Concorde in questo senso lo studio di Whittemore (1993), che ha evidenziato come il valore di ritenzione proteica in maschi castrati, femmine e maschi interi appartenenti a razze non migliorate, e ammontante rispettivamente a 115, 130 e 145 g/giorno, sia inferiore rispetto ai valori ottenuti scegliendo invece animali appartenenti a nuclei selezionati (per i quali si sono registrati

valori pari a 220, 240 e 260 g/giorno). A questi ultimi animali, sarebbe quindi sufficiente un minor apporto proteico nella dieta per garantire comunque i fabbisogni. È assodato come siano proprio le caratteristiche genetiche dell'animale, in relazione con gli apporti alimentari e l'ambiente d'allevamento a condizionarne il ritmo di crescita e la composizione corporea; in particolare il genotipo definisce le potenzialità di accrescimento in condizioni non limitanti, e in base ad esse il fabbisogno di nutrienti necessari per conseguire l'obiettivo di crescita dell'animale. La selezione genetica praticata sul suino ha permesso di sviluppare animali con un minor indice di consumo contemporaneo ad un maggior deposito di tessuti magri, e che presentano quindi una globale maggior resa nell'impiego dell'azoto alimentare, contribuendo pertanto a ridurre ulteriormente l'escrezione. La tendenza all'aumento della percentuale di carne magra nei genotipi impiegati per la produzione del suino pesante è stata inoltre accompagnata, negli ultimi anni, da una maggior attenzione per le caratteristiche e la qualità della carne, inserite tra gli indici di selezione (Bosi et al., 2004). Attualmente dobbiamo pertanto considerare come, in base al genotipo, gli animali su cui andiamo ad agire con la dieta siano diversi per capacità d'ingestione alimentare, precocità, potenziale d'accrescimento proteico e di conseguenza grado di ritenzione proteica. Per formulare una razione efficace, risulta quindi necessario anche conoscere il tipo genetico dell'animale, ma in letteratura sono carenti i dati che riguardano, ad esempio, la quantificazione del fabbisogno proteico ed amminoacidico in rapporto al diverso genotipo su cui si va ad agire (Bonomi et al., 2002).

Attenendosi, invece, ai miglioramenti applicabili riguardo alla formulazione di una dieta maggiormente rispondente ai reali fabbisogni del suino, le soluzioni proposte in bibliografia sono così riassumibili:

- Alimentare per fasi, ovvero adeguare in continuazione gli apporti proteici dei mangimi al variare delle esigenze degli animali; infatti, è dimostrato che somministrare un singolo tipo di dieta durante tutto l'accrescimento, ed aumentarne la dose per soddisfare i fabbisogni energetici dell'animale, comporta un aumento progressivo dell'azoto escreto (Dourmad et al., 1993). Questo accade normalmente nelle condizioni d'allevamento, anche in considerazione del fatto che, per evitare il rischio di non coprire i fabbisogni aminoacidici degli animali più leggeri, si è soliti ricorrere a livelli proteici maggiori, che comportano però un eccesso di questi nutrienti quando gli stessi suini raggiungono pesi maggiori; è pertanto consigliato utilizzare almeno due diete, per diminuire i livelli di proteina nella seconda fase. Ideale sarebbe adattare continuamente la formulazione della dieta alle esigenze dell'animale, ma è anche necessario, nella pratica, raggiungere un compromesso tra il risparmio proteico e

la semplificazione gestionale (Della Casa, 2006). Una soluzione proposta è l'impiego di due tipi di mangime, da miscelare in proporzioni variabili nel tempo ("alimentazione multifase"); l'applicazione di questo sistema richiede però attrezzature automatizzate e programmabili di miscelazione e distribuzione dei mangimi (Henry, 1995). Anche la più praticabile strategia di impiegare due diete diverse in tempi successivi (alimentazione bifasica), permette comunque una riduzione dell'azoto escreto di circa il 17% (da 3,25 a 2,70 kg per ogni animale), nei suini all'ingrasso tra i 30 ed i 112 kg, applicando un decremento del tenore proteico dal 16,5% della prima fase al 15% della seconda (Corpen, 2003).

- Sfruttare l'equilibrio aminoacidico, ovvero adottare diete bilanciate sotto questo profilo, al fine di renderlo il più possibile corrispondente a quella che è la proteina ideale per l'animale. In particolare, nelle diete per suini gli amminoacidi ritenuti essenziali e limitanti sono lisina, metionina, treonina e triptofano, seguiti da isoleucina, valina e istidina (Monteiro et al., 2010). Tra questi comunque il primo è sicuramente il più importante, tanto che la quantità dei singoli amminoacidi nella proteina ideale è espressa come rapporto con la lisina. Secondo Mordenti et al. (2002), il contenuto di lisina in mangimi per suini geneticamente migliorati dovrebbe aggirarsi attorno allo 0,55-0,60% per il suino pesante in ingrasso, anche se il dato è variabile in ragione del potenziale genetico per la produzione di muscolo, del sesso, della fase produttiva e dalle tecnologie d'allevamento, come ad esempio la distribuzione degli alimenti (Martelli, 1995).
- Ridurre i livelli proteici, compensando con integrazioni aminoacidiche mirate nella dieta, soluzione ritenuta come la più efficace (Mordenti et al., 1995, Martelli, 1995); resta in ogni caso la necessità di comprendere quali siano le reali esigenze del suino pesante, e di fissare un rapporto ideale tra amminoacidi essenziali (che devono raggiungere un massimo del 45-50%) ed azoto totale, per non rischiare di fornire un quantitativo insufficiente di precursori per la sintesi degli amminoacidi non essenziali (apportati dall'azoto indifferenziato). Il contenuto di proteina totale, può essere ridotto combinando diverse fonti proteiche o introducendo nella razione amminoacidi di sintesi; ad esempio Mordenti e Piva (1992) hanno ridotto dal 17% al 15,3% la percentuale di proteina grezza, con il supplemento dello 0,13% di lisina, o al 12,2% utilizzando anche altri amminoacidi di sintesi, ottenendo un significativo decremento dell'azoto presente nelle urine. Monteiro (1996) ha invece ridotto di 3,5 punti percentuali la proteina grezza nella razione di animali dai 30 ai 55 kg, e di 1,5 punti percentuali tra i 55 ed i 90 kg, integrando gli amminoacidi, ed ottenendo un decremento del 19% dell'escrezione totale d'azoto, senza compromettere le performance

degli animali. Un più recente studio (Portejoie et al., 2004) ha sperimentato l'impatto di livelli decrescenti di proteina grezza (dal 20% al 16% ed al 12%), integrati con aminoacidi essenziali, sull'escrezione azotata e sull'emissione ammoniacale; la sperimentazione è stata condotta su 15 maschi castrati di 50 ± 2 kg di peso vivo. Gli animali sono stati stabulati individualmente in gabbie metaboliche per 21 giorni, al fine di poter misurare quotidianamente i consumi di cibo ed acqua e per consentire la raccolta delle deiezioni prodotte, sulle quali sono stati effettuati trattamenti volti a simulare lo stoccaggio e lo spandimento, a cui sono normalmente sottoposte. I dati raccolti, hanno evidenziato una riduzione dell'azoto escreto con le urine (da 23,1 fino ad 8,1 g/giorno rispettivamente) e con le feci (da 8,5 a 5,8 g/giorno). In particolare, il decremento dell'azoto totale perso con le deiezioni, è imputabile nella maggior parte (65%) alla riduzione dell'azoto nelle urine. Lo studio, ha inoltre evidenziato una riduzione dell'emissione ammoniacale del 63%, tra la dieta a maggiore e quella a minor tenore proteico. Resta comunque importante considerare come l'aggiunta di aminoacidi essenziali, rappresenti per l'allevatore un'ulteriore voce di spesa; secondo tutti gli studi ritrovati in letteratura, il loro uso si rende tuttavia necessario. Inoltre, poiché non è consentito ricorrere né a farine di origine animale (bandite per legge), né a quelle di pesce (che conferiscono un gusto sgradevole alle carni), nelle quali l'apporto in aminoacidi essenziali, rispetto all'azoto indifferenziato, risulterebbe migliore che nelle fonti proteiche vegetali diviene obbligatorio l'impiego di aminoacidi di sintesi. Da considerare anche, come non compaiano in letteratura dati esaurienti sul preciso fabbisogno di lisina e degli altri aminoacidi nel suino in fase di ingrasso, fino ai pesi raggiunti dai nostri animali. Si rischia pertanto di utilizzare una quota eccedente di queste sostanze, con le conseguenti ripercussioni sul costo della razione alimentare. Nelle diete formulate secondo tale strategia (meno proteine e aggiunta d'aminoacidi di sintesi), è stato ipotizzato che si potrebbero verificare carenze aminoacidiche, secondarie alla diversa velocità di assorbimento tra i vari aminoacidi, ed in particolare tra quelli di sintesi e quelli apportati con le consuete fonti alimentari. A tal proposito, è stato suggerito l'impiego di aminoacidi protetti con una matrice di natura lipidica, che ne comporta un lento rilascio nell'organismo (slow release). Lo studio effettuato in merito, ha però evidenziato come diete contenenti gli aminoacidi slow release, rispetto a quelle addizionate con quelli normalmente in uso, consentano una minor riduzione dell'escrezione azotata per pesi vivi superiori agli 80 kg (37,28% di riduzione al posto del 38,81% fino dagli 80 ai 120 kg e 33,71% contro il 34,70% fino ai 160 kg) (Piva et al., 1993).

- Utilizzare delle sostanze sequestranti da introdurre nella dieta, che riducono la liberazione di

azoto ammoniacale dalle deiezioni. Tra queste, gli estratti di *Yucca schidigera* o l'acido benzoico, il quale dopo essere stato assorbito a livello d'intestino tenue si lega alla glicina in circolo formando, a livello epatico, acido ippurico; poiché parte dell'azoto in eccesso viene così espulso sottoforma non d'urea ma di questo composto, l'attività ureasica nelle deiezioni subisce un decremento, e di conseguenza si ha anche un minor livello d'ammoniaca liberata nell'aria.

- Bilanciare adeguatamente l'apporto energetico, in quanto anche quest'ultimo può influire sull'escrezione d'azoto; la sostituzione dell'energia da carboidrati con l'energia da grassi ridurrebbe, infatti, la concentrazione di azoto e ammoniaca nelle urine. È assodato che con l'aumentare del peso vivo, si incrementa anche il grado di deposito di grasso, per il quale è richiesta più energia rispetto alla formazione di tessuto magro (3,5 kg di mangime per ogni kg di tessuto adiposo depositato, contro gli 1,25 kg necessari per quello magro) (Whittemore, 1993). L'energia netta va perciò posta correttamente in relazione con il tenore proteico della dieta, per massimizzare l'escrezione azotata; infatti, se la formulazione proteica è appropriata, è proprio l'energia disponibile il fattore che potrebbe limitare la deposizione di muscolo, in quanto è necessario un apporto di energia sufficiente per massimizzare l'impiego degli amminoacidi che altrimenti non vengono utilizzati (Martelli, 1995).

Secondo Piva e Mordenti (1995), l'adozione di una o più di queste strategie consente di ridurre significativamente (del 40% e oltre) l'emissione di azoto dalle deiezioni, senza peraltro penalizzare la qualità dei prodotti ottenuti, condizione essenziale in quanto è assodato come, nei suini all'ingrasso, proprio l'alimentazione gioca un ruolo fondamentale nel condizionare la qualità delle carni al fine della loro trasformazione (Bosi e Russo, 2004).

Un'altra soluzione recentemente proposta riguarda il maggior uso dei sottoprodotti fibrosi (come ad esempio le polpe di bietola e le crusche), volto ad aumentare l'apporto di fibra grezza, soprattutto nella fase finale di finissaggio. La fibra alimentare avrebbe, infatti, la capacità di modulare la partizione dell'azoto escreto, aumentando la frazione eliminata con le feci rispetto a quella urinaria, grazie all'azione svolta nell'ultimo tratto dell'apparato digerente in cui viene stimolato il riassorbimento dell'azoto (Galassi et al., 2007). L'efficacia derivabile da un maggior apporto in fibra, va peraltro rapportata alla diminuzione della digeribilità proteica che tale aggiunta può determinare (Schiavon et al., 1997).

4.4 I benefici aggiuntivi della riduzione proteica

Secondo Schiavon et al. (1997), l'approccio nutrizionale deve essere considerato, assieme ai necessari interventi "a valle" per la gestione delle deiezioni, come la chiave fondamentale per ridurre l'inquinamento ambientale causato dai reflui suinicoli. Tra le diverse proposte esaminate, abbiamo visto come quella considerata più efficace, sia la strategia che prevede una diminuzione dell'apporto proteico nella dieta, controbilanciata dall'aggiunta di aminoacidi essenziali; nella pratica questa soluzione presenta ampi margini d'attuazione, vista la quantità di proteina sovente eccedentaria che si riscontra nelle razioni. Ad esempio, uno studio effettuato nel 1997 in allevamenti di suini all'ingrasso localizzati nella provincia di Padova, ha riscontrato tenori proteici medi pari al 17% sulla sostanza secca, 16% ss e 15% ss nelle tre successive fasi d'ingrasso (25-60, 60-100 e 100-160 kg di peso vivo) (Schiavon et al.). La stessa situazione emerge anche dai controlli, effettuati tra il 2002 e il 2008, sull'alimentazione dei suini allevati per la produzione dei prosciutti DOP (in particolare quelli dei circuiti di Parma e San Daniele), nell'ambito dei quali sono stati evidenziati i reali regimi alimentari applicati dagli allevatori. Per quanto riguarda gli apporti proteici in particolare, è emersa una diffusa tendenza all'utilizzo di concentrazioni proteiche elevate sia nella prima fase d'ingrasso (fino agli 80 kg), con il 17% sulla sostanza secca, che nella seconda (dagli 80 kg) dove è stata riscontrata la riduzione di un solo punto percentuale. Entrambi i valori sono di molto superiori al tenore minimo previsto dai relativi disciplinari (12% ss). Le motivazioni alla base di questi elevati dosaggi sono da ricercarsi, secondo gli autori, oltre che nella necessità di compensare una scadente qualità delle materie prime, nella diffusa convinzione che per migliorare la razione sia efficace l'inclusione di mangimi o materie prime ad alto apporto di proteine, identificate come principi alimentari molto nobili (Spanghero et al., 2009). Da quanto precedentemente illustrato si evince invece come la proteina, "nobile" per la quota che l'animale utilizza, risulti essere, per la quota in eccedenza, un rifiuto dalle gravi conseguenze ambientali e complesso da smaltire, oltre che uno spreco di denaro per l'allevatore. Appare inoltre opportuno, considerare come un decremento nel suo utilizzo comporti anche ulteriori benefici, sia in termini di benessere animale che di costi di produzione.

Per quanto concerne il benessere animale, tra i punti critici in allevamento considerati in tal senso ritroviamo il microclima, ed in particolare la qualità dell'aria. Quest'ultima è sicuramente influenzata dal grado di ammoniaca presente, responsabile, oltre che dell'odore sgradevole, di patologie respiratorie; infatti, l'ammoniaca e gli altri composti d'origine azotata che si liberano dalle deiezioni, in concentrazioni eccessive, agiscono da agenti irritanti delle mucose dell'apparato

respiratorio, indebolendo le difese di quest'ultimo e concorrendo quindi alla diffusione di bronchiti, polmoniti ed altre malattie respiratorie. L'applicazione di strategie volte alla diminuzione dell'escrezione azotata, andrebbe a sua volta a decrementare proprio la presenza d'ammoniaca (come visto in precedenza), come previsto oltretutto dalla direttiva IPPC 96/61 CE, e garantirebbe un miglior stato sanitario degli animali. Anche l'ipotesi d'innalzare il contenuto di fibra grezza nella dieta, garantendo una maggiore sazietà dell'animale, stimolando la funzionalità intestinale e proteggendo dalla formazione di ulcere gastriche, andrebbe a comportare un maggior benessere animale (Spanghero et al., 2009).

Altro aspetto da non sottovalutare è l'impatto economico della dieta, in quanto l'alimentazione rappresenta da sola tra il 60 e il 75% dei costi di produzione totali, a seconda della tipologia d'allevamento (ed è stato calcolato che per allevare un suino pesante si spenda il 30% in più che per uno leggero) e della nazione in cui è collocata l'azienda (e proprio in Italia il costo è maggiore che negli altri paesi comunitari ed extracomunitari) (Malavasi et al., 2000; Acerbis, 2008). Negli ultimi anni il costo della razione ha subito un ulteriore aumento (Gibellini, 2009), dovuto in larga misura al rincaro di cereali e semi oleaginosi. La diminuzione degli apporti proteici andrebbe a determinare un minor costo dieta (Corradini, 2009), nel quale gioca un ruolo importante proprio il prezzo delle farine proteiche, come ad esempio quella ottenuta dalla soia, aumentato del 20% dal 2009 al 2010 (Amadei, 2010). È interessante, inoltre, sottolineare come la produzione interna di fonti proteiche nell'Unione Europea non risulti assolutamente in grado di coprire i fabbisogni del comparto zootecnico, e sia pertanto necessario importare la maggior parte delle materie prime utilizzate a tal fine. In particolare, l'alimento base maggiormente utilizzato come fonte proteica nell'allevamento del suino, rappresentato dalla farina d'estrazione di soia, viene importato soprattutto dai paesi dell'America del Sud (come Brasile ed Argentina) e del Nord. La differente legislazione di questi paesi, permette loro di utilizzare coltivazioni geneticamente modificate, ed è un dato di fatto che la maggior parte della produzione mondiale di soia proviene proprio coltivazioni OGM, che già nel 2001 costituivano il 46% della produzione totale (Aumaitre, 2003). Riducendo gli sprechi (ovvero i quantitativi proteici in eccesso, che non vengono comunque utilizzati dal suino), si otterrebbero quindi degli evidenti vantaggi economici e non solo.

Si può quindi concludere affermando che i vincoli introdotti da questa normativa, visti nel breve periodo come un pesante fardello per il comparto suinicolo, potranno nel tempo portare a innovazioni che consentiranno di ottimizzare la gestione aziendale, portando alla riduzione di alcuni dei costi per l'allevatore, come quello dell'alimentazione, senza considerare la diminuzione dei

costi per l'ambiente in termini d'inquinamento.

5.Obiettivi

Viste le considerazioni effettuate nell'introduzione, appare evidente come sia pressante sviluppare le conoscenze scientifiche in merito all'alimentazione del suino, per poter riuscire a minimizzare l'apporto proteico continuando, sempre e comunque, a soddisfare i fabbisogni dell'animale, anche in considerazione del suo genotipo, durante tutte le fasi dell'ingrasso senza effetti negativi sulle performance di accrescimento e sulla qualità del prodotto finale. Le modifiche nella dieta non possono, infatti, prescindere dal mantenimento dei livelli di prestazioni infra-vitam dell'animale, delle caratteristiche della carcassa e dei tagli commerciali, dell'idoneità della coscia suina ai requisiti imposti dai disciplinari di produzione dei prodotti DOP ed IGP.

Alla luce di ciò diventa necessario eseguire ulteriori studi che indichino con sufficiente chiarezza quali siano i reali fabbisogni di proteina per un suino che raggiunge un peso vivo, tipico della realtà produttiva italiana, superiore a quello considerato nelle ricerche disponibili. Le attuali linee genetiche utilizzate per produrre il suino pesante, inoltre, presentano ritmi di crescita molto elevati, ed è pertanto opinione diffusa che essi richiedano importanti apporti proteici nella dieta, opinione che non è possibile né confermare né smentire senza adeguati dati scientifici. Secondo alcuni autori, il livello di ritenzione proteica nel suino pesante sarebbe molto più contenuto di quello del suino leggero, e quindi, per la formulazione della dieta, ci si sarebbe finora basati su fabbisogni azotati sovrastimati rispetto a quelli reali (Whittemore et al., 2001, Ringel et al., 2009). In particolare, per Manini et al. (1997) il picco di ritenzione azotata giornaliera (17,6 g/d) avrebbe luogo in prossimità del raggiungimento dei 100 kg di peso vivo e successivamente la ritenzione diminuirebbe, portandosi ad un valore di 16,4 g/d in prossimità dei 140 kg fino ad arrivare a soli 15,4 g/d a 160 kg. Considerando che le attuali conoscenze relative ai livelli proteici della dieta si basano su studi condotti utilizzando animali macellati a pesi di molto inferiori rispetto a quelli tipici del suino pesante (Portejoie et al., 2004) e che frequentemente le diverse prestazioni in termini di accrescimento e di ritenzione azotata proprie delle linee genetiche vengono ignorate, si evince l'esigenza di sperimentazioni che considerino nello specifico le caratteristiche del comparto produttivo italiano. Aggiornamenti delle conoscenze sulla nutrizione azotata dei suini sono inoltre necessarie alla luce delle continue e progressive variazioni delle esigenze degli animali indotte dall'attività di miglioramento genetico, con particolare riferimento a quelle proteiche ed aminoacidiche (Mordenti et al., 2002). Conoscenze più precise consentirebbero di evitare che l'applicazione di piani alimentari determini un uso inefficiente delle risorse alimentari e una sensibile eterogeneità nelle performance degli animali (ASPA, 2003). Per i prodotti tipici di

riferimento, il mantenimento delle prestazioni in termini di accrescimento e di qualità della materia prima risulta essenziale per poter compensare la minor competitività dovuta ai maggiori costi di produzione caratterizzante la suinicoltura nazionale (Malavasi et al., 2000).

Da questi presupposti nasce il progetto di ricerca all'interno del quale si colloca il presente lavoro, nato con l'obiettivo di studiare gli effetti di livelli decrescenti di proteina ed amminoacidi essenziali sulle performance in vita degli animali, sulle caratteristiche della carcassa e dei tagli commerciali, sulla qualità della coscia fresca e sul calo di stagionatura. Nello specifico, questa tesi si propone di considerare l'effetto sulle performance d'accrescimento e sul consumo alimentare di suini pesanti comparando una dieta "tradizionale" con tre diete ipoproteiche caratterizzate da livelli decrescenti di proteina e di valutare eventuali fenomeni d'interazione con gli aspetti genetici degli animali, definiti in funzione dell'appartenenza a diverse famiglie di mezzi fratelli paterni.

6. Materiale e metodi

6.1 Gli animali

La raccolta dei dati sperimentali è stata effettuata in due cicli d'ingrasso successivi, ciascuno dei quali ha interessato 80 suini. Gli animali provenivano dal Centro Genetico del linea verri Goland, sito a Todi (PG), dove i suini sono stati allevati fino al raggiungimento di un peso vivo medio di 96 kg. In questa fase l'alimentazione è stata effettuata con tre differenti mangimi (caratteristiche dei mangimi e piano alimentare sono riportati nelle tabelle 1.1 e 1.2), utilizzati in sequenza in base allo stadio di crescita, e razionati a seconda del peso vivo progressivamente raggiunto dai suini: fino ad un peso di 25-30 kg la quantità somministrata era pari a 1 kg/d, innalzata poi fino a 2,1 kg/d nel rimanente periodo di permanenza al Centro. Successivamente, gli animali sono stati trasferiti presso l'Azienda Agraria Sperimentale "L. Toniolo" dell'Università di Padova (Legnaro, PD). Gli animali utilizzati erano suini ibridi Goland, frutto di un incrocio a tre vie, figli di nove diversi verri Goland C21 (1 verro con figli in entrambi i cicli, 4 verri con figli nel primo ciclo e 3 verri con figli nel secondo ciclo) e di scrofe Goland. In ciascuno dei due cicli gli animali sono stati suddivisi sin dal loro arrivo in 8 gruppi di 10 soggetti ciascuno, garantendo la presenza in ogni gruppo di almeno 2 figli di ogni verro e in modo tale da ottenere una buona omogeneità tra gruppi per peso, età e sesso. I gruppi sono poi stati casualmente assegnati alle 4 tesi alimentari previste, e quindi in ciascun ciclo la stessa dieta è stata somministrata a 2 gruppi di animali posti in due box differenti, come evidenziato in figura 1.

Nell'ambito del primo ciclo svoltosi dal 30 Giugno 2009 al 22 Ottobre dello stesso anno, per un totale di 114 giorni (di cui 102 di prova effettiva, escludendo le giornate concesse per l'iniziale adattamento degli animali), i suini utilizzati erano rappresentati da 44 maschi castrati e 36 femmine intere. Per il secondo ciclo, effettuato dal 23 Novembre 2009 al 25 Marzo 2010, sono stati sottoposti alla prova 39 maschi castrati e 41 femmine intere. La permanenza nelle strutture di stabulazione è stata per gli animali del secondo ciclo di 122 giorni (di cui 112 di prova effettiva).

Sala 1		Sala 2	
Tesi M, 1° ciclo	Box 1	Box 5	Tesi B, 1° ciclo
Tesi A, 2° ciclo			Tesi B, 2° ciclo
Tesi BB, 1° ciclo	Box 2	Box 6	Tesi A, 1° ciclo
Tesi M, 2° ciclo			Tesi BB, 2° ciclo
Tesi B, 1° ciclo	Box 3	Box 7	Tesi M, 1° ciclo
Tesi B, 2° ciclo			Tesi A, 2° ciclo
Tesi A, 1° ciclo	Box 4	Box 8	Tesi BB, 1° ciclo
Tesi BB, 2° ciclo			Tesi M, 2° ciclo

Figura 1. Distribuzione delle tesi alimentari nei box nei due cicli di prova

6.2 Le tesi alimentari sperimentali

Dopo un breve periodo di adattamento, agli animali sono state somministrate 4 diverse tesi alimentari, caratterizzate da contenuti decrescenti in proteina. Nell'ambito di ciascuna tesi alimentare sono stati utilizzati due diversi tipi di mangime, il primo somministrato tra i 100 ed i 130 kg di peso vivo (fase 1) e il secondo tra i 130 kg e la conclusione della prova (fase 2). Le diverse tesi alimentari sono state concepite con lo scopo di confrontare una dieta caratterizzata da un apporto proteico ritenuto "convenzionale" (tesi A, alto contenuto proteico), pari mediamente a 13,9% di proteina grezza (PG), con diete ad apporto proteico intermedio (tesi M, medio contenuto proteico) pari al 12,7% PG, basso (tesi B, basso contenuto proteico) pari a 11,7% PG e molto basso (BB, contenuto proteico molto basso), corrispondente a un livello di PG medio pari a 11,2%. Per poter raggiungere i livelli proteici previsti dal protocollo sperimentale, la formulazione dei mangimi è stata effettuata riducendo progressivamente la presenza di farina d'estrazione di soia, in sostituzione della quale è stata introdotta farina di frumento tenero. La composizione in materie prime dei diversi mangimi impiegati nella sperimentazione è riportata nella tabella 2.1. A differenza di quanto effettuato in altri studi, i mangimi utilizzati nelle tesi ipoproteiche non sono stati integrati con aggiunta di singoli aminoacidi. Da ciascuna partita di mangime sono stati prelevati campioni, sottoposti successivamente ad analisi per la determinazione di umidità, ceneri, proteina grezza, amido, lipidi e fibra grezza. Tali analisi sono state condotte utilizzando metodiche AOAC (2002). Il contenuto in aminoacidi e macro elementi minerali è stato invece calcolato a partire dai dati

tabulari relativi al contenuto aminoacidico e minerale delle materie prime utilizzate nella formulazione (Sauvant et al., 2004) e dalla composizione alimentare delle diete. I risultati analitici sono riportati nella tabella 2.2, per la composizione chimica e nutrizionale delle diete somministrate, e nella tabella 2.3 per la composizione proteica.

Le diete sono state formulate assumendo come composizione ideale della proteina quella normalmente utilizzata per il suino leggero. Nella tabella 3.1 è riportata, in termini di presenza percentuale di aminoacidi essenziali (lisina, treonina, metionina + cistina, e triptofano), la composizione della proteina ideale secondo diverse fonti bibliografiche (INRA, 1989; Wang e Fuller, 1990; Henry, 1993; Close e Cole, 2000). In questa sperimentazione il calcolo dei fabbisogni aminoacidici è stato effettuato secondo il metodo di Fuller et al. (1989), considerando le esigenze del mantenimento e una crescita proteica attesa pari a 100 g/d (tabella 3.2). Il livello di lisina e degli altri aminoacidi, in rapporto alla proteina totale, è stato mantenuto in media pari a 4,9% per i mangimi somministrati nella prima fase e a 4,3% per quelli nella seconda. Da sottolineare come questi valori siano di molti inferiori a quelli normalmente riscontrati nella pratica di razionamento, che solo raramente scendono al di sotto del 7%. Va inoltre evidenziato come, per ovviare al decremento del livello proteico, siano state effettuate limitatissime aggiunte di aminoacidi essenziali, in maniera tale da garantire lo stesso profilo aminoacidico della proteina per tutte le diverse tesi sperimentali. Tutte le diete somministrate apportavano pari quantitativi di energia netta (EN), risultando quindi isoenergetiche. Per la presente sperimentazione sono stati impiegati mangimi completi, in forma di pellets, forniti da Veronesi Mangimi s.p.a. Il piano alimentare prevedeva un graduale aumento della quantità di mangime somministrato per ogni animale, a partire da quantità iniziali pari a 2,3 - 2,4 kg/d sino a raggiungere 3 - 3,2 kg/d a fine ciclo d'ingrasso.

Nel primo ciclo d'ingrasso, la durata delle due fasi di alimentazione è stata pari a 40 ± 2 d per la prima fase (fino al raggiungimento di $130 \pm 9,6$ kg P.V.), e a 62 giorni per la seconda, terminata con la macellazione degli animali. Nel secondo ciclo, la prima fase è durata 48d (fino al raggiungimento di $128,8 \pm 10,1$ kg P.V.), e la seconda 64 d.

6.3 Le strutture di stabulazione

La struttura in cui si sono svolti i due cicli d'ingrasso era costituita da due sale separate, in ognuna delle quali erano presenti 4 box, ciascuno dei quali con una superficie disponibile pari a 20 m². In ogni singolo box sono stati introdotti al massimo 10 suini, che quindi beneficiavano di uno spazio individuale mediamente doppio rispetto a quello minimo imposto dalla normativa sul

benessere animale (DL 534, 1992), pari a 1 m²/capo per animali di peso superiore a 110 kg. Sempre nel rispetto delle suddette norme, è stato costantemente garantito il libero accesso all'acqua di abbeverata, grazie alla presenza di abbeveratoi ad azionamento volontario. La pavimentazione dei box era costituita da grigliato parziale, con un rapporto tra superficie grigliata e superficie piena pari al 28%, tale da consentire agli animali di assecondare il loro normale etogramma, e creare una zona "pulita" ed una "sporca". Le deiezioni venivano raccolte in una fossa sottostante, svuotata completamente al termine di ogni ciclo d'ingrasso. I singoli box erano invece interessati da rimozione settimanale delle deiezioni non smaltite attraverso il grigliato. L'ambiente di allevamento era inoltre dotato di ventilazione forzata.



Figura 2 Abbeveratoi ad azionamento volontario



Figura 3. Stazione di autoalimentazione, pannello di controllo



Figura 4. Stazione di autoalimentazione

Come illustrato nelle figure 3 e 4, ciascun box era dotato di una stazione di autoalimentazione (Schauer Agrotonic GmbH, Prambachkirchen, Austria), in cui veniva inserito il mangime prescelto per il rispettivo gruppo di suini. Le stazioni di autoalimentazione erano di tipo “protetto” permettendo, previa identificazione del soggetto, l’ingresso di un singolo suino per volta, e impedendo altri ingressi sino al termine del pasto dell’animale. La stazione era in grado di registrare l’orario di entrata in mangiatoia e tutti i dati relativi al pasto, ovvero la quantità di mangime consumato, l’orario di fine pasto, e il peso del suino. I dati delle singole visite in mangiatoia venivano trasmessi a un computer dotato di un software di archiviazione specifico e registrati in un apposito database. Nella stazione l’alimento veniva posto dentro ad un trogolo, in quantità prefissata e modificabile dall’operatore. Una volta esaurita questa quota, l’animale poteva ottenere altro alimento azionando col muso una leva posta al di sopra del trogolo. Al raggiungimento di un’ingestione pari alla quantità giornaliera prevista dal piano alimentare la stazione non somministrava all’animale ulteriori quantità di alimento. Le stazioni erano in funzione ventiquattro ore su ventiquattro. Pertanto gli animali potevano consumare la razione giornaliera in un numero di pasti variabile da soggetto a soggetto. L’identificazione degli animali da parte delle stazioni era garantita da trasponder auricolari (figura 5), applicati all’arrivo degli animali presso le strutture sperimentali e, leggibile, oltre che dalla stazione di alimentazione, anche mediante apposito lettore

manuale (figura 6), utilizzato per identificare gli animali durante le operazioni di pesatura e di somministrazione dei trattamenti sanitari. Durante tutto il periodo della sperimentazione sono stati rilevati, mediante apposite centraline, anche i dati di umidità e temperatura sia all'interno che all'esterno della struttura di stabulazione.



Figura 5. Trasponder auricolare e marca auricolare

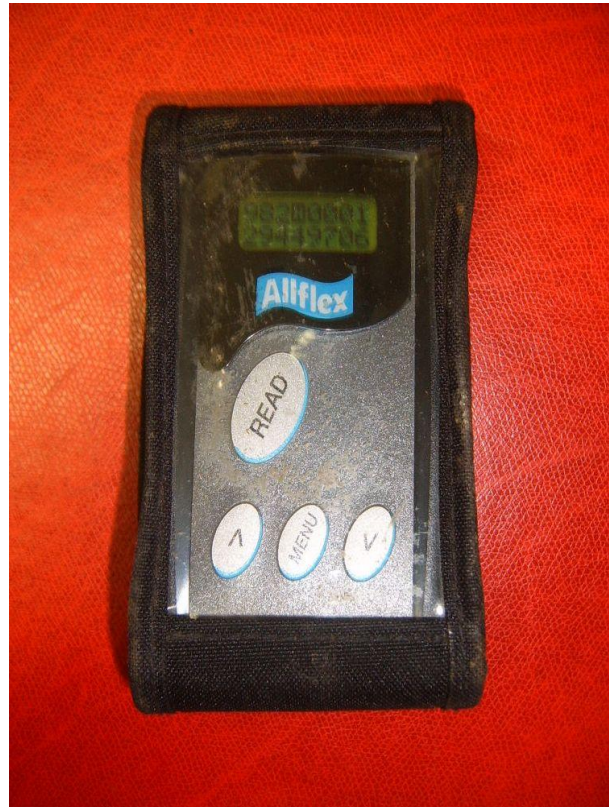


Figura 6. Lettore manuale di trasponder

6.4 I controlli e i trattamenti sanitari

Lo stato sanitario degli animali, l'accessibilità alle stazioni di autoalimentazione ed agli abbeveratoi, nonché i consumi alimentari effettivi dei singoli soggetti, venivano monitorati ripetutamente in ogni giornata. La consultazione dei dati registrati dalle stazioni, relativi ai consumi alimentari, si è rivelata uno strumento efficace per identificare precocemente gli animali debilitati, per i quali tali dati evidenziavano deviazioni significative dalla norma, e quelli (casi molto rari) il cui trasponder si fosse casualmente staccato (in tal caso la stazione, nell'impossibilità di riconoscere il soggetto, ne impediva l'accesso in mangiatoia). Per quanto concerne lo stato di salute degli animali, si sono verificati, in entrambi i cicli sperimentali, alcuni problemi respiratori (bronchiti) e di locomozione (zoppie di diverso grado). I suini che manifestavano sintomi riconducibili a patologie respiratorie (in particolare accessi di tosse prolungati, spontanei o in seguito a

movimentazione degli animali), sono stati trattati con Nuflor (15 mg/kg p.v., p.a. Florfenicolo). Per i problemi di locomozione riconducibili nella maggioranza dei casi ad artriti determinate da cause infettive o individuali (come il decubito o traumi), la terapia si è basata sulla somministrazione di un farmaco cortisonico, il Dexadreson (0,06 – 0,15 mg/kg p.v., p.a. Desametasone). Se il trattamento risultava insufficiente o inefficace, oppure se vi erano ascessi a livello articolare o altre evidenze d'infezione, ai suini affetti è stato somministrato del Tylan (4 – 10 mg/kg p.v., p.a. Tilosina).

Nel corso del primo ciclo di sperimentazione si sono verificati tre casi di decesso, due dei quali in seguito a complicazioni respiratorie dovute a polmoniti e uno dovuto a torsione della milza, seguita dal laceramento di un vaso sanguigno e conseguente emorragia interna. Sempre nel primo ciclo d'ingrasso, un suino colpito da grave zoppia, tale da impedirgli il movimento, è stato spostato in un box singolo con lettiera in paglia per sottrarlo alle “molestie” da parte dei compagni di box e consentirgli di alimentarsi adeguatamente. Ciò ne ha comportato l'esclusione dalla prova. I soggetti deceduti e quello escluso erano soggetti appartenenti alle tesi sperimentali M (1 animale) e B (3 animali). Per quanto concerne il secondo ciclo, si è verificata la perdita di due suini: il primo deceduto a causa di una setticemia e il secondo escluso dalla sperimentazione a causa di una frattura d'origine traumatica a uno degli arti anteriori. Entrambi gli animali appartenevano alla tesi M. L'esclusione di questi animali non ha fortunatamente compromesso il disegno sperimentale, particolarmente in relazione alla necessità di disporre dei dati di almeno 2 figli per ogni padre per ciascuna delle tesi alimentari. Da registrare, nell'ambito del secondo ciclo d'ingrasso, la presenza di un animale giunto dal Centro di Todi già con un'ernia ombelicale, che è ha comunque potuto completare la prova (figura 6).



Figura 7. Soggetto presentante ernia ombelicale

6.5 Altri rilievi eseguiti nel corso della prova sperimentale

In aggiunta ai dati registrati in continuo dalle stazioni di autoalimentazione, sono stati effettuati durante entrambi i cicli d'ingrasso, rilievi diretti del peso vivo dell'animale e dello spessore del lardo dorsale mediante ecografo. Per quanto concerne i rilievi ponderali, si è preferito considerare, nell'elaborazione statistica utilizzata per questa tesi, quelli provenienti dalle misurazioni dirette e non quelli registrati in automatico dalle bilance bascule poste nelle stazioni di auto alimentazione. Tale scelta è giustificata dall'impossibilità pratica, per motivi di tempo, di verificare l'affidabilità dei rilievi ponderali registrati dalle stazioni. Alcune problematiche emerse durante la prova hanno suggerito la ricerca di criteri per l'identificazione di possibili dati anomali nelle serie di rilievi ponderali. Tali problematiche scaturivano essenzialmente dalla tendenza di alcuni animali ad appoggiarsi al di sopra dell'occupante la stazione, andandone così ad incrementare il peso registrato. Si è deciso pertanto di pesare ogni suino mediante bilancia elettronica a singola gabbia della Gong (figura 8), sia all'arrivo che per tutta la durata del ciclo d'ingrasso. Nel primo ciclo, le misurazioni sono state effettuate inizialmente con cadenza settimanale e, successivamente, ogni due settimane, frequenza rispettata anche nel corso del secondo ciclo. Durante la pesata individuale, si è anche provveduto a registrare lo spessore del grasso dorsale mediante un rilevatore ad ultrasuoni (Renco Lean Meter, figura 8). La misurazione veniva di norma eseguita in due punti: L1, localizzato all'altezza dell'ultima costola a circa 3 cm a lato della colonna vertebrale, ed L2, che si trova in una posizione intermedia tra il primo punto e la

sommità dell'ileo (definita come L3).



Figura 8. Bilancia elettronica a singola gabbia

In totale, gli animali sono stati sottoposti a dette rilevazioni per 10 volte nel corso del primo ciclo e per 8 nel secondo (incluse le pesate d'inizio e fine prova). L'accrescimento individuale dei suini è stato determinato calcolando il coefficiente di regressione del peso sull'età dell'animale. I suini del primo ciclo presentavano all'arrivo un peso vivo medio di $92,2 \pm 8,5$ kg, ma l'inizio della prova è stato posticipato di alcuni giorni per consentire agli animali di adattarsi al nuovo ambiente e alla diversa modalità di somministrazione e natura del mangime. La sperimentazione ha quindi avuto inizio a pesi pari mediamente a $100,8 \pm 8,81$ kg p.v. Detti soggetti sono arrivati alla macellazione con un peso vivo medio di $167,3 \pm 10,3$ kg. Gli animali, utilizzati nel corso del secondo ciclo, pesavano all'arrivo $90,3 \pm 11,9$ kg p.v. e, dopo 10 giorni d'adattamento, hanno raggiunto un peso pari a $97,7 \pm 11,0$ kg p.v. Al termine della prova il peso vivo registrato era pari mediamente a $169,3 \pm 9,8$ kg p.v. in media.

6.6 La macellazione

Al termine di entrambi i cicli sperimentali, dopo un digiuno di 36 ore e l'ultima pesatura, i suini sono stati trasferiti presso lo stabilimento Uanetto & C. (Castions di Strada, UD) per essere macellati. Nel corso delle operazioni di macellazione e sezionatura, sono stati rilevati per ciascun animale i dati riguardanti il peso della carcassa suddivisa in mezzene e quello di testa, gola, lardo, spalle, pancetta, lombo, collo, costata e cosce. Inoltre, sono stati misurati, mediante un calibro, gli spessori del lardo dorsale e di quello lombare, in corrispondenza dei punti di massimo e di minimo spessore. Sul grasso prelevato da ogni singola coscia durante le operazioni di rifilatura, sono stati successivamente effettuati diversi rilievi analitici. In particolare, si è provveduto a determinare il numero di iodio mediante metodica (AOAC Official Method 920.159 Iodine Assorbition Number of oils and fats – Wijs Method) e il profilo acidico mediante gascromatografia. Da ogni carcassa è stato inoltre prelevato un piccolo campione di tessuto muscolare utilizzato in seguito per l'estrazione del DNA. La raccolta dati è poi proseguita sulle cosce durante le operazioni di rifilatura e stagionatura del prodotto. I dati raccolti durante la macellazione e in seguito, non sono stati oggetto di elaborazione in questa tesi di laurea e saranno presentati in un lavoro successivo.



Figura 9 Cosce dei suini al macello

6.7 Elaborazione statistica

L'analisi statistica dei dati grezzi è stata eseguita utilizzando la PROC GLM del SAS (1996), con il seguente modello:

$$y_{ijklmn} = \mu + C_i + T_j + (C \times T)_{ij} + B_{k:ij} + S_l + (T \times S)_{jl} + P_m + (T \times P)_{jm} + e_{ijklmn}$$

in cui:

y_{ijklmn} = un'osservazione sperimentale su una delle variabili di interesse (peso iniziale, peso finale, accrescimento medio giornaliero, consumo di mangime individuale nell'arco di tutta la prova, indice di conversione alimentare, spessore del lardo dorsale nei punti L1 ed L2 a fine prova e loro variazione tra inizio e fine prova;

μ = intercetta del modello lineare;

C_i = effetto del ciclo ($i = 1,2$);

T_j = effetto della tesi ($j = 1, \dots, 4$);

$(C \times T)_{ij}$ = effetto dell'interazione tra C e T;

$B_{k:ij}$ = effetto del box entro interazione C x T ($k = 1, \dots, 16$);

S_l = effetto del sesso ($l = 1,2$);

$(T \times S)_{jl}$ = effetto dell'interazione tra T ed S;

P_m = effetto del padre ($m = 1, \dots, 9$);

$(T \times P)_{jm}$ = effetto dell'interazione tra T e P;

e_{ijklmn} = errore sperimentale.

I gradi di libertà relativi all'effetto tesi sono stati utilizzati per effettuare tre confronti tra medie: tesi A vs M, tesi A vs B, e tesi A vs BB. La significatività è stata testata mediante test F per probabilità $P < 0.10$ e $P < 0.05$.

7. Risultati

7.1 La composizione dei mangimi

La composizione chimico-nutrizionale dei mangimi utilizzati ed i risultati ottenuti dalle analisi condotte sui mangimi, sono riportati nelle tabelle 2.1, 2.2 e 2.3. Tra i molteplici parametri analizzati, quelli che hanno subito le variazioni maggiormente significative sono quelli concernenti le percentuali di proteina grezza e amido. I tenori di proteina grezza sono stati quantificati tramite analisi con il metodo Kjeldahl, da cui risultano essere pari a 14,6, 13,4, 12,2, e 11,7%, rispettivamente per le diete A, M, B, e BB nella prima fase della prova sperimentale e a 13,1, 12,0, 11,2, e 10,7% per quanto riguarda le diete utilizzate nella seconda fase. Per riuscire ad ottenere questa riduzione del tenore proteico, si è andati ad agire sul contenuto in farina d'estrazione di soia nella dieta, che ha subito un graduale decremento (da 13,1% nella dieta A della prima fase, fino alla totale assenza nella dieta BB della seconda fase). Contemporaneamente, per compensare la progressiva esclusione della soia, si è provveduto ad inserire quantitativi crescenti di frumento (passato da 8% nella dieta A prima fase, fino al 20,7% nella dieta BB della seconda fase), causando in questo modo un incremento del tenore di amido, il cui contenuto percentuale è passato da 42,0 a 45,5% nell'ambito delle diete della prima fase di prova e dal 44,8 a 47,6% nella seconda fase. A fronte del decrescente livello di proteina grezza, anche il contenuto di lisina e di tutti gli altri amminoacidi limitanti (treonina, triptofano, metionina, e cistina), si è sensibilmente ridotto dalla dieta A somministrata nella prima fase alla dieta BB che gli animali hanno ricevuto nella seconda parte della prova. Per l'amminoacido lisina, per esempio, si è passati nel complesso delle differenti diete da 0,72 a 0,46%, mantenendo tuttavia costante il tenore dei diversi amminoacidi in rapporto al tenore proteico dei differenti mangimi. Per quanto concerne i contenuti di lipidi, fibra grezza e ceneri, questi sono rimasti pressoché invariati nelle diverse diete e in entrambe le fasi. Tra i minerali, calcio e fosforo sono risultati praticamente uguali nelle diete della prima fase, mentre per il potassio si registra un leggero decremento nei mangimi a minor contenuto proteico; il tenore di questi elementi minerali ha comunque subito una leggera diminuzione nella seconda fase della prova sperimentale rispetto alla prima. Tale decremento è da sottolineare, considerando il potere inquinante di detti elementi, che oltre ad aumentare il consumo idrico e quindi il volume finale dei reflui, possono andare a contaminare le acque superficiali ed i terreni se presenti in eccesso nella dieta. Considerando il tenore energetico delle diverse formulazioni, si è cercato di mantenerlo il più costante possibile, e dalle analisi è emerso essere pari a 3065-3067 kcal/kg SS di EM e 2253-2261 kcal/kg SS di EN per la prima fase della prova, e a 3079-3081 kcal/kg SS di EM e 2269-2274

kcal/kg SS di EN nella seconda fase.

7.2 Le performance d'accrescimento

Per poter adeguatamente valutare l'insieme dei dati raccolti tramite rilievi diretti e grazie alle stazioni di autoalimentazione, nell'ambito dei due cicli sperimentali, si è proceduto alla loro elaborazione statistica. Le statistiche descrittive delle prestazioni d'accrescimento degli animali sono riportate nella tabella 5.1, mentre i risultati dell'analisi della varianza relativa agli effetti di ciclo, tesi, ciclo x tesi, box, sesso, tesi x sesso, padre e tesi x padre sulle variabili d'interesse nel presente lavoro, sono riportati nelle tabelle da 6.1 a 6.9. Le medie *least-squares* e la significatività dei confronti tra medie delle diverse tesi alimentari sono invece riportate nella tabella 7.1.

Le variabili analizzate in questa tesi sono state: il peso iniziale e quello finale degli animali, l'accrescimento medio giornaliero dei suini, il consumo di mangime individuale nell'arco di tutta la prova, l'indice di conversione alimentare risultante nell'intero periodo sperimentale, gli spessori del lardo dorsale nei punti L1 ed L2 al termine del ciclo e la loro variazione tra i rilevamenti effettuati alla conclusione della prova e quelli iniziali. Il peso iniziale medio, considerando entrambi i cicli, è stato pari a 98 kg e quello finale medio pari a 167,4 kg; il consumo procapite medio registrato si è attestato sui 2.663,5 kg, l'accrescimento giornaliero è risultato pari a 0,65 kg/d mentre l'indice di conversione è stato quantificato in circa 4 kg di mangime per kg d'accrescimento. Questi valori soddisfano pienamente l'obiettivo di crescita del suino pesante, anche nei confronti dei vincoli imposti dai vari disciplinari di produzione. Lo spessore del lardo dorsale al termine delle prove sperimentali è risultato in media pari a 16,6 mm nel punto L1 e a 18,9 mm nel punto L2, mentre la variazione nel corso del ciclo è stata mediamente di 8,1 mm per L1 e di 8,7 mm per L2.

Analizzando gli effetti di ciclo, tesi, box, sesso e padre e alcune delle loro interazioni sulle variabili precedentemente citate, si riscontra come, per quanto concerne l'effetto del ciclo, quest'ultimo si sia rivelato essere non significativo per tutte le variabili considerate. Anche l'influenza delle differenti tesi alimentari impiegate non è risultata statisticamente significativa, sia per le variabili peso iniziale e finale, accrescimento, consumo totale di mangime ed indice di conversione, che per gli spessori finali del lardo dorsale misurati in L1 ed L2 e le loro variazioni. Neppure l'interazione tra ciclo e tesi ha influenzato significativamente le performance di accrescimento e le altre variabili analizzate. L'impatto del box risulta invece altamente significativo sul peso iniziale ($P < 0,01$) e sulla variazione dello spessore del grasso dorsale misurato in L1 tra l'inizio e la conclusione del ciclo ($P < 0,01$), e significativo oltre che per l'indice di conversione (P

< 0,05), anche per lo spessore finale del lardo dorsale misurato in L2 ($P < 0,05$) e per la variazione tra inizio e fine prova, sempre a livello di L2 ($P < 0,05$). La considerevole influenza del box sui pesi iniziali può essere spiegata in parte con l'elevata variabilità nel peso degli animali nel momento in cui questi sono stati trasferiti presso la stalla sperimentale di Legnaro, ed inoltre con la necessità, al loro arrivo, di bilanciare i gruppi per un elevato numero di fonti di variazione, che ha penalizzato l'omogeneità del peso iniziale tra i box e che si è quindi ripercossa anche sugli altri parametri oggetto di studio. È risultato importante per molte variabili anche l'effetto del sesso: significativo per il peso iniziale ($P < 0,05$), altamente significativo per quello finale ($P < 0,01$), e inoltre significativo anche nei riguardi del consumo totale ($P < 0,05$), come del resto ci si aspettava data la diversa fisiologia degli animali, ma senza influenze rilevanti su accrescimento, indice di conversione e misure relative allo spessore del grasso dorsale. L'effetto d'interazione tra tesi e sesso non ha invece condizionato la variabilità delle variabili esaminate. L'effetto padre si è rivelato altamente significativo per il peso finale ($P < 0,01$), mentre non lo è stato per gli altri parametri oggetto di studio. Quest'ultimo dato viene confermato anche dalla significatività dell'effetto d'interazione tra tesi alimentare e padre in relazione al peso finale dei suini ($P < 0,05$). Riassumendo, i fattori che risultano avere significatività nei confronti delle performance d'accrescimento degli animali considerate sono: il box (peso iniziale, indice di conversione, L1 e variazione di L1 ed L2), il sesso (peso iniziale e finale e consumo totale), il padre e la combinazione tra il padre e la tesi alimentare (entrambi per il peso finale).

Nell'analizzare le medie stimate dell'effetto delle diverse tesi sulle variabili considerate, e la significatività nei confronti tra la tesi alimentare A (con contenuto proteico convenzionale) e le tesi M, B e BB (diete ipoproteiche), si osserva come non si siano verificate differenze significative, e che l'unica significatività emersa riguarda il confronto tra la tesi A e la tesi B per quanto concerne il consumo totale durante la prova ($P < 0,05$). Da rilevare come il valore di probabilità per il confronto tra dieta A e BB sia comunque di poco al di sopra della soglia di significatività ($P = 0,0653$). Per tutti gli altri parametri relativi alle performance d'accrescimento non sono emerse differenze significative tra le differenti tesi alimentari.

8. Discussione

Dai risultati precedentemente illustrati, emerge come la somministrazione di diete con un tenore proteico ed aminoacidico nettamente inferiore, rispetto a quanto riscontrato nella pratica d'allevamento (Schiavon et al., 1997; Spanghero et al., 2009), non risulti penalizzante nei confronti delle performance infra-vitam degli animali considerati. Le prestazioni evidenziate dai suini sottoposti alla prova sperimentale, se paragonate a quelle ottenute mediamente nell'allevamento del suino pesante, si sono rivelate, infatti, ottimali. L'accrescimento medio giornaliero registrato durante la prova sperimentale ha, infatti, permesso agli animali di raggiungere un adeguato peso finale medio, in tempi consoni a quanto previsto dai disciplinari di produzione dei prodotti tipici stagionati, a cui i suini pesanti sono tradizionalmente destinati. Questi prodotti tipici richiedono una tipologia d'allevamento in cui gli animali sono sottoposti ad alimentazione razionata, e raggiungono pesi nettamente superiori rispetto alla media dei suini macellati negli altri paesi europei o extra-europei. Tuttavia, le peculiarità della fase d'ingrasso a cui sono sottoposti i nostri animali non sono generalmente oggetto di studi specifici, che si limitano, di norma, ad analizzare le performance ottenute nella produzione del suino leggero. L'ipotesi secondo cui, in quest'ultima fase, i fabbisogni proteici dell'animale sono generalmente sovrastimati, è confermata dai risultati ottenuti nella presente prova sperimentale, poiché le performance d'accrescimento dei suini alimentati con una dieta a tenore proteico convenzionale sono risultate sovrapponibili a quelle riscontrate negli animali a cui sono state somministrate diete ipoproteiche. L'unico aspetto che è risultato diverso, nei confronti tra la dieta "convenzionale" e quelle ipoproteiche, è stato il consumo totale, risultato inferiore nella dieta tradizionale.

Per quanto concerne l'effetto del padre, e quindi del differente genotipo degli animali, si è riscontrato come questo, sia come effetto singolo, che in interazione con le diverse diete, influenzi il peso finale degli animali. L'azione combinata delle variabili padre e tesi alimentare è inoltre risultata importante anche per i consumi totali degli animali, anche se di poco non ha raggiunto la significatività statistica. L'effetto altamente significativo del genotipo del suino, nel determinare il peso finale, è importante ai fini dell'uniformità degli animali allevati e della coscia, che sono caratteristiche richieste dall'industria di trasformazione. Utilizzando, per l'ingrasso, animali con le stesse caratteristiche genetiche nell'ambito di una stessa partita, si riuscirebbe pertanto ad ottenere pesi finali più omogenei a parità delle altre condizioni d'allevamento. Nel merito del risultato ottenuto per l'effetto combinato di tesi alimentare e padre, questo indica come, a seconda del genotipo, la risposta alla dieta somministrata in termini di peso finale non sia stata uguale per suini

nati da padri diversi. A seconda delle peculiarità genetiche dei suini quindi, le caratteristiche della stessa formulazione alimentare non si tradurranno in risultati uguali. Con questo presupposto, i dati acquisiti potranno essere sfruttati come base di partenza per ulteriori studi, volti a confrontare le performance di accrescimento e ingrasso di tipi genetici diversi alimentati con diete a diverso tenore proteico. Tali studi consentiranno di verificare se anche tipi genetici a potenziale di crescita estremo saranno in grado di mantenere invariati i risultati di allevamento quando alimentati con diete ipoproteiche. Se così non fosse, la maggior redditività di allevamento garantita da tali tipi genetici potrebbe essere raggiunta anche da tipi genetici con potenziale di crescita meno spinto ma in grado di confermare le proprie prestazioni produttive con diete a basso contenuto proteico e grazie alla conseguente riduzione dei costi di alimentazione.

La teoria secondo cui, all'aumentare del peso vivo, della quantità di mangime conseguentemente somministrato e, pertanto, dell'apporto proteico totale, si andrebbe incontro a un eccesso di proteina grezza fornito agli animali rispetto al loro reale fabbisogno, trova quindi conferma in quanto riscontrato nella presente tesi. La riduzione del tenore proteico della dieta, complessivamente pari a ben 4 punti percentuali, non ha, infatti, avuto ripercussioni negative significative sui pesi iniziali e finali degli animali, sul loro accrescimento, sulle prestazioni in termini di consumi e indice di conversione, oltre che sui parametri relativi al grasso dorsale dei suini. Per quanto concerne lo spessore grasso dorsale, si è inoltre potuto osservare come la somministrazione dei mangimi ipoproteici, in particolare quelli delle diete B e BB, abbia permesso addirittura un incremento tendenziale nella media di detto spessore, pari a 1,4 mm nel punto di misurazione L1 e a 1,8 mm in L2. Le formulazioni ipoproteiche, in virtù del maggior contenuto di amido, avrebbero quindi permesso una maggior sintesi di grasso nei suini a cui sono state somministrate, permettendo pertanto un aumento nello spessore del grasso dorsale. Questo incremento dovrà comunque essere confermato nell'analisi dei rilievi eseguiti al macello e nelle fasi successive. Se lo spessore del grasso, soprattutto a livello della coscia, risultasse essere effettivamente influenzato positivamente dalle diete ipoproteiche, ciò assumerebbe una particolare rilevanza. Infatti, al fine di permettere una trasformazione ottimale della coscia suina nei tipici prodotti finiti, come ad esempio il prosciutto crudo, è necessario ottenere un buon spessore del grasso di copertura. Proprio a questo proposito, nell'attuale situazione di mercato è stata messa in evidenza la presenza di suini con coperture adipose appena sufficienti o addirittura inadeguate allo scopo di garantire la qualità dei prodotti tipici. L'apporto aggiuntivo di amido, permesso dalla diminuzione dell'apporto della soia e dall'incremento della percentuale di frumento nella dieta, andrebbe quindi ad apportare un evidente beneficio nella qualità dei tagli commerciali, che come

precedentemente evidenziato si ripercuote anche sul pagamento all'allevatore. Da sottolineare inoltre come, a differenza che nelle altre prove sperimentali riguardanti l'alimentazione suina (Manini et al., 1997; Bonomi et al., 2002; Fabbri et al., 2009; Ringel et al., 2009), nel presente lavoro il decremento proteico non è stato compensato dall'aggiunta di aminoacidi di sintesi. La mancata integrazione ha quindi fatto sì che, al diminuire del livello proteico, anche il tenore dei differenti aminoacidi si sia notevolmente ridotto tra la dieta convenzionale e quelle ipoproteiche e tra la prima e la seconda fase della prova sperimentale. Anche il minor apporto aminoacidico ricevuto dagli animali oggetto della presente tesi, rispetto a quelli tradizionalmente allevati, non ha influito sulle loro performance, indicando quindi come, a differenza di quanto riportato in letteratura, queste integrazioni non siano necessarie per l'ingrasso del suino pesante. Appare evidente l'importanza delle implicazioni di quest'ultimo risultato, se si considera l'ingente costo delle integrazioni aminoacidiche, che vanno ad implementare notevolmente il costo formula. Le diete M, B e BB permettono quindi un risparmio all'allevatore, non solo perché non richiedono alcuna integrazione, ma anche perché risultano caratterizzate da un contenuto in farina d'estrazione di soia progressivamente minore, fino alla totale esclusione di questa materia prima, il cui prezzo incide pesantemente sui costi formula, oltre ad essersi rivelato negli ultimi anni in costante aumento. Inoltre, come precedentemente illustrato, l'Italia e il resto dell'Europa non sono autosufficienti per quanto concerne la produzione della soia, e ciò comporta le conseguenti implicazioni relative alle tematiche dell'importazione e dell'uso di prodotti OGM.

9. Conclusioni

In conclusione, dai risultati della presente tesi emerge come una riduzione del tenore proteico anche ingente (fino a 4 punti percentuali) nella dieta somministrata a suini pesanti durante l'ingrasso, non sia rispecchiata da un peggioramento delle performance d'accrescimento dell'animale rispetto a diete contenenti livelli proteici tradizionali. Anche con la dieta a più basso tenore proteico, infatti, i suini hanno realizzato prestazioni che possono considerarsi ottimali rispetto a quelle ottenute con le diete tradizionali, anche al fine della trasformazione delle loro carni nei prodotti tipici, vanto della produzione italiana. Dai dati analizzati è, inoltre, emerso come il maggior contenuto di amido nelle diete ipoproteiche potrebbe avere interessanti ripercussioni sullo spessore del grasso dei suini. Questo aspetto necessita di ulteriori conferme, che potranno eventualmente derivare dall'analisi dei dati raccolti durante la macellazione e nella successiva fase di stagionatura delle cosce. Oltre a non aver evidenziato effetti negativi sulle performance degli animali, le diete con livelli proteici inferiori hanno permesso una riduzione del costo formula fino a circa 5-7 euro per ogni suino prodotto (per la dieta BB).

Considerando l'effetto del padre, si è dimostrato come questo influisca sul peso finale e sugli effetti delle diverse tesi alimentari, sempre in termini di peso vivo raggiunto alla conclusione del ciclo. L'efficienza di una formula alimentare quindi, è risultata dipendere anche dal genotipo del suino, riflettendosi sull'eterogeneità dei pesi finali. Sebbene tutte le prestazioni analizzate siano risultate conformi ai parametri richiesti, l'effetto del genotipo ha influenzato la loro uniformità. Questo risultato potrà utilizzato come spunto per condurre ulteriori indagini, relative all'influenza del tipo genetico sulle performance ottenute con diete ipoproteiche, allo scopo di affinare sempre più le conoscenze sui veri fabbisogni degli animali allevati, per ottenere le migliori prestazioni (anche in termini di uniformità) minimizzando gli sprechi negli apporti alimentari e l'impatto ambientale delle diete.

I risultati ottenuti indicano quindi come sia possibile somministrare ai suini, anche con differenti genotipi, diete con tenori di proteina nettamente inferiori a quelli tradizionalmente impiegati, e senza la costosa integrazione aminoacidica riportata come indispensabile in letteratura. Tutto questo senza avere riflessi negativi sulle prestazioni d'accrescimento degli animali, ed inoltre a beneficio dell'allevatore che può risparmiare oltre che sui costi dell'alimentazione, su quelli derivanti dallo smaltimento dei reflui, nel rispetto delle normative vigenti in materia. La soluzione esaminata nel presente lavoro appare quindi vincente nella prospettiva di sviluppare un allevamento suino che risulti compatibile sia con le esigenze di redditività di quanti ci lavorano, che con la

necessità di un sempre minor impatto ambientale.

10. Bibliografia

ACERBIS L., 2008, *C'è un futuro per il settore suinicolo*, Supplemento a La settimana Veterinaria n°597.

ASPA, Scientific Association of Animal Production, Commission “Nutrient requirements of heavy pig”, MORDENTI A., BOSI P., CORINO C., CROVETTO G. M., DELLA CASA G., FRANCI O., PIVA A., PRANDINI A., RUSSO V., SCHIAVON S., 2003, *A methodological approach to assess nutrient requirements of heavy pigs in Italy*, Italian Journal of Animal Science v.2, pp. 73-87.

AUMAITRE A., 2003, *Fonti proteiche, quali alternative?*, Relazione presentata al convegno “L'evoluzione della nutrizione proteica del suino in Europa”, Reggio Emilia, 2002, riportata su Rivista di suinicoltura, n°1, pp.25-34.

BERTACCHINI F., 1998, *Quale evoluzione per il suino italiano?*, Rivista di suinicoltura n°5, pp.44-47.

BITTANTE G., RAMANZIN M., SCHIAVON S., 1990, *Previsione della ritenzione azotata nei suini in accrescimento*, Rivista di suinicoltura n°4, pp. 115-121.

BONAZZI G., FABBRI C., 2007, *Soluzioni aziendali per ridurre il carico di azoto*, L'Informatore Agrario n°1, pp.43-45.

BONOMI A., BONOMI B. M., QUARANTELLI A., SABBIONI A., SUPERCHI P., SUSSI C., VIRGILI R., FUSARI A., 2002, *La produzione del suino pesante in rapporto ai tipi genetici e all'impiego di diete ipoproteiche integrate con la lisina*, Rivista di suinicoltura n°4, pp. 198-204.

BOSI P., RUSSO V., 2004, *The production of the heavy pig for high quality processed products*, Italian Journal of Animal Science, v.3, pp. 309-321.

CLOSE W. H., COLE D. J. A., 2000, *Nutrition of sows and boars*, Nottingham University Press, Nottingham, UK.

COLTELLI A., 2007, *Direttiva nitrati, le regioni chiedono la deroga alla UE*, Suinicoltura n°3, pp. 54-61.

CORPEN (Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement), 2003, *Estimation des rejets d'azote – phosphore – potassium- cuivre et zinc des porcs. Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites*. Groupe Porc – Juin 2003. Disponible su: http://www.ecologie.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=1086

CORRADINI E. (Centro Ricerche Produzioni Animali), 2006, *Il peso delle norme ambientali sui costi di produzione*, Suinicoltura n°8, pp. 60-61, Relazione presentata a Suinitalia – Cremona.

CORRADINI E., 2007, *Direttiva nitrati e reddito, un peso insostenibile?*, Rivista di Suinicoltura supplemento al n.11, pp. 20-23.

CORRADINI E., 2009, *Dieta con meno azoto risparmio e minor impatto*, Suinicoltura n°9, pp. 26-30.

DELLA CASA G., 2006, *Con meno azoto nella dieta cala il vincolo ambientale*, Suinicoltura n°8, pp. 54-59.

DELL'ORTO V., BONTEMPO V., 2005, *Alimentazione e ambiente nell'ambiente suino*, Professione Suinicoltore n°10. Tratto da di Summa 7/2004.

DOURMAD J. Y., GUILLOU D., NOBLET J., 1992, *Development of a calculation model for predicting the amount of N excreted by pig: effect of feeding, physiological stage and performance*, Livestock Production Science n°31, pp. 95-107.

DOURMAD J. Y., HENRY Y., BOURDON D., et al., 1993, *Effect of growth potential and dietary protein input on growth performance, carcass characteristics and nitrogen output in growing-finishing pigs*, In: Verstegen, M. V. A. et al (Eds.) Nitrogen flow in pig production and environmental consequences. Wageningen: Pudoc Scientific Publishers, pp. 206-211.

DOURMAD J.Y., ETIENNE M., PRUNIER A., NOBLET J., 1994, *The effect of Energy and protein intake of sows on their longevity: a review*, Livestock Production Science n°40, pp.87-89.

DOURMAD J.Y., GUINGAND N., LATIMIER P., SEVE B., 1999, *Nitrogen consumption, utilization and losses in pig production: France*, Livestock Production Science, v.58, pp. 199-211.

ERM/AB-DLO, 1999, *Establishment of Criteria for the assessment of the nitrogen content of animal manures*, European Commission, Final report November 1999, Brussel, Belgio.

ERSAF, 2009. Osservatorio suini 2009. Disponibile su: <http://www.ersaf.lombardia.it/Upload/AASuini%20statistiche/osservatorio%20carni%20suine/Osservatorio%20Suini%202009.pdf>

EUR-LEX, 2010, *Direttiva 91/676/CEE del Consiglio, del 12 dicembre 1991, relativa alla protezione delle acque dell'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole*. Disponibile su: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0676:IT:HTML>

EUROSTAT, 2002, Vidal C., *A high-performance pigmeat industry with an environmental impact*. Statistic in focus, 26/2002, theme 5. Disponibile su: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-NN-02-026/EN/KS-NN-02-026-EN.PDF

EUROSTAT, 2010 *Number of pigs*. Disponibile su: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/dataset?p_product_code=TAG00018

EUROSTAT, 2010 *Pig Farming statistic*. Disponibile su: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Pig_farming_statistics

FABBRI C., MOSCATELLI G., CASADEI G., 2008, *Suini: effetti della dieta ipoproteica sull'ambiente*, Agricoltura, n°11, pp. 74-76.

FABBRI C., MOSCATELLI G., DELLA CASA G., POLETTI E., 2009, *Interventi sulla dieta per ridurre l'azoto escreto nei suini pesanti in fase di finissaggio*, Suinicoltura n°3, 124-131.

GALASSI G., MALAGUTTI L., CROVETTO G. M., 2007, *Growth and slaughter performance, nitrogen balance and ammonia emission from slurry in pigs fed high fiber diets*, Italian Journal of Animal Science, v.6, pp. 227-239.

GIBELLINI S., 2009, *Suino pesante, costi aumentati per i rincari di semi e cereali*, Suinicoltura n°10, pp. 20-22.

HALAS V., WINKELMOLEN M., KISS B., BABINSZKY L., 2009, *The effect of dietary phytase supplementation on the N-balance of growing pigs*, Italian Journal of Animal Science, vol.8, suppl.3, pp.145-147

HENRY Y., 1993, *Affinement du concept de la protéine idéale pour le porc en croissance*, INRA Prod. Anim. n°6, pp. 199-212.

HENRY Y., 1995, *Nutrizione e ambiente si può fare di più*, Rivista di suinicoltura n°9, pp. 33-47.

HUISMAN J., VERSTEGEN M. W. A., LEEUWEN P., et al., 1993, *Reduction of N pollution by decrease of the excretion of endogenous N in pigs*. In: Symposium on nitrogen flow in pig production and environmental consequences, Wageningen, pp. 55-61.

INRA, 1989, *L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles*, 2° edizione. INRA, Parigi, Francia.

ISTAT, 2000 I principali risultati del 5° censimento generale dell'agricoltura. Disponibile su: <http://censagr.istat.it/principalarisultati.pdf>

ISTAT, 2009 Tavola B02 - Consistenza del bestiame suino al primo dicembre. Dettaglio per ripartizione geografica - Anno 2009. In: Istat, consistenza del bestiame bovino, bufalino e suino e ovi-caprino. Disponibile su: http://agri.istat.it/sag_is_pdwout/jsp/dawinci.jsp?q=plB020000010000011000&an=2009&ig=1&ct=759&id=69A|93A|8A|9A

ISTAT, 2010 Tavola B06 - Patrimonio nazionale suino al 1° Giugno (capi in migliaia) - Anno 2010. Disponibile su: http://agri.istat.it/sag_is_pdwout/jsp/dawinci.jsp?q=plB060000010000010000&an=2010&ig=1&ct=733&id=8A|9A

LEAD (Livestock, Environment and Development) and FAO, 2006, *Livestock's long shadow environmental issues and options*. Disponibile su: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e.pdf>

MALAVASI P., BONACINI G., 2000, *Razioni per l'ingrasso, caratteristiche e costi*, Rivista di suinicoltura n°4, pp. 54-62.

MANINI R., PIVA A., PRANDINI A., MORDENTI A., PIVA G., DOURMAD J. Y., 1997, *Protein retention in Italian heavy pigs: Development of a factorial approach for the determination of lysine requirement*, Livestock Production Science, n°47, pp. 253-259.

MARTELLI G., 1995, *Energia/proteina, un rapporto complesso*, Rivista di suinicoltura n°7, pp. 38-43.

Ministero delle politiche agricole forestali ed ambientali, 2010 Elenco prodotti DOP ed IGP. Disponibile su:
http://www.politicheagricole.it/NR/rdonlyres/e6chnm7un6booa0x7z3m6ikvwn3fhcpy4fg3n6e5no3cqpo6skkdytuvdv6hj567i3z64lj3f6mz7dwb3zq57ljycxe/Prodotti_DOP_IGP.pdf

MONTEIRO D. O., PINHEIRO V. M. C., MOURAO J. L. M., RODRIGUES M. A. M., 2010, *Strategies for mitigation of nitrogen environmental impact from swine production*, Revista Brasileira de Zootecnia, vol. 39 supl.spe July 2010.

MORDENTI A., PIVA G., 1992, *Animal nutrition and environment – Further considerations*. Brussels: European Conference on “Environment, Agriculture and Livestock Farming”, Mantova. Commission of the European Communities.

MORDENTI A., PIVA G., SALVADORI G., 1995, *Efficienza alimentare nel suino all’ingrasso*, Rivista di suinicoltura n°10, pp. 19-32.

MORDENTI A., CASADEI G., PIVA A., 2002, *Aminoacidi, è questione di “giusti apporti”*, Rivista di Suinicoltura n°10, pp. 97-106.

NAVAROTTO P., PORRO M., FABBRI C., 2007, *Abbattimento dell’azoto, tante tecniche tra cui scegliere*, L’Informatore Agrario n°1, pp. 47-49.

ORFEO D., 2009, *Direttiva nitrati si punta alla deroga*, Suinicoltura n°8, pp. 50-54.

PANTINI D., 2008, *Dop e Igp, è italiana la leadership europea*, Suinicoltura n°4, pp. 4-9.

PICCININI S., BONAZZI G., 2005, *Nuove strade per smaltire gli effluenti zootecnici*, L’Informatore Agrario n°7, pp. 55- 60.

PIVA G., FERRARINI F., MORLACCHINI M., VARINI G., PRANDINI A., 1993, *Effetto degli aminoacidi protetti (slow release) sull’escrezione azotata e sulle performance produttive del suino pesante*, Rivista di Suinicoltura n°6, pp.57-67.

PIVA G., MORDENTI A., 1995, *Contributi sperimentali alla riduzione del potere inquinante delle deiezioni suine: l’azoto*, L’Informatore Agrario n°16, pp. 31-42.

PORTEJOIE S., DOURMAD J.Y., MARTINEZ J., LEBRETON Y., 2004, *Effect of lowering crude protein on nitrogen excretion, manure composition and ammonia emission from fattening pigs*, Livestock Production Science, v.91, pp. 45-55.

PRETOLANI R., 2008, *I vincoli della direttiva nitrati e le nuove strategie produttive*, Agriregionieuropa Anno 4 n°13. Disponibile su: <http://www.agriregionieuropa.univpm.it>

RINGEL J., SUSENBETH A., 2009, *Lysine requirement for maintenance in growing pigs*, Livestock Science n°120, pp. 144-150.

ROSSI A., DE ROEST K., SARDI L., MORDENTI A., SPERONI M., DELLA CASA G., 2005, *Quanto azoto assunto con la razione finisce nelle feci e nell’aria*, L’Informatore Agrario n°31, pp. 47-49.

SAS, 1996, *SAS / STAT user's guide*, Version 6. Fourth Edition. Vol. 2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

SALVADORI G., VENTURA A., 2009, *Indice di conversione alimentare. Così produrre costa meno*, Suinicoltura n°8, pp.22-35.

SCHIAVON S., RAMANZIN M., GALLO L., BAIOLONI L., MAGNABOSCO P., BITTANTE G., 1997, *Gestione alimentare ed escrezione dei nutrienti*, Rivista di suinicoltura n°4, pp. 67-77.

SCIPIONI R., MARTELLI G., VOLPELLI L. A., 2006, *Importanza del benessere e sua valutazione nel suino*, articolo presentato nell'ambito del convegno "Il benessere degli animali da reddito, quale e come valutarlo", Piacenza, pp. 49-66.

SOMMARIVA F., 2007, *Nitrati, un problema che si può imparare a gestire*, Supplemento a L'Informatore Agrario n°22, pp.11-15.

SPANGHERO M., FABBRO E., 2008, *Controlli dell'alimentazione dei suini allevati nel "circuito Parma – San Daniele"*, Suinicoltura n°1, pp. 51-61.

VALLI L., FABBRI C., MAZZOTTA V., BONAZZI G., 2003, *Clima, ambiente: tecniche di abbattimento per ammoniaca e gas serra da allevamenti suinicoli ed avicoli*, ENEA. Settima conferenza nazionale della agenzie ambientali, Milano. Sessione tematica meteorologia e clima. Disponibile su:
http://www.arpalombardia.it/7conferenza/atti/25_5meteoclima/25_5meteoclima_02_VALLIrel.pdf

VAN DER PEET-SCHWERING C. M. C., VAN DER PEET G. F. V., VOS A., et al., 1993, *Optimization of the feeding strategy to minimize the N-excretion by using the Dutch technical pig feeding model*. In: Symposium on nitrogen flow in pig production and environmental consequences, Wageningen, pp. 96-101.

VENETO AGRICOLTURA, Settore Studi Economici, 2009. Dentro la zootecnia veneta. Disponibile su:
http://www.venetoagricoltura.org/upload/File/osservatorio_economico/NEWSLETTER/SUINI.pdf

WANG T.C., FULLER M.F., 1990, *The effect of the plane of nutrition on the optimum dietary amino acid pattern for growing pigs*, Animal Production n°50, p. 155.

WHITTEMORE C. T., 1993, *The science and practice of pig production*. Longman Scientific & Technical, Essex, Regno Unito.

WHITTEMORE C. T., GREEN D. M., KNAP P. W., 2001, *Technical review of the energy and protein requirements of growing pigs: protein*, Animal Science n°73, pp. 363-373.

XICCATO G., SCHIAVON S., GALLO L., BAILONI L., BITTANTE G., 2005, *Nitrogen excretion in dairy cow, beef and veal cattle, pig, and rabbit farms in Northern Italy*, Italian Journal of Animal Science, vol. 4 (suppl. 3), pp. 103-111.

11. Tabelle

Tabella 1.1 Principali caratteristiche chimico-nutrizionali dei mangimi somministrati presso il Centro Genetico Goland di Todi.

Componenti	Mangime		
	R35	HB4	HB5
ED MJ/kg	13,65	13,3	13,25
Proteina grezza (%)	16,04	15,05	14
Lisina (%)	1,05	0,85	0,72

Tabella 1.2 Piano alimentare seguito presso il Centro Genetico Goland di Todi.

Settimana	P.V. Atteso (kg)	Mangime	Consumi femmine	Consumi maschi
1	30,0	R35	1	1,00
2	35,0	R35	1,15	1,15
3	40,5	R35	1,30	1,30
4	45,0	R35	1,40	1,45
5	50,0	HB4	1,50	1,60
6	55,0	HB4	1,60	1,70
7	60,0	HB4	1,70	1,80
8	65,2	HB4	1,80	1,90
9	70,4	HB4	1,90	2,00
10	75,6	HB4	2,00	2,10
11	80,8	HB4	2,10	2,20
12	86,0	HB5	2,00	2,10
13	91,0	HB5	2,00	2,10
14	96,0	HB5	2,00	2,10

Tabella 2.1 Composizione alimentare dei mangimi utilizzati nella prova sperimentale.

Alimenti (%)	Fase 1 (100-130 kg p.v.)				Fase 2 (130 - 170 kg p.v.)			
	Alto	Intermedio	Basso	Molto basso	Alto	Intermedio	Basso	Molto basso
Mais	34,3	34,2	34,0	34,2	36,7	35,5	35,6	36,0
Orzo	19,6	20,1	19,4	19,8	20,0	20,0	20,0	20,0
Crusca frumento	11,9	11,5	11,9	12,4	12,7	12,7	12,7	12,7
Frumento	8,0	11,2	14,6	17,4	10,8	15,1	18,7	20,7
Farinaccio frum.	5,8	5,7	6,2	5,8	4,4	4,5	4,5	4,5
F.e. soia prot.	13,1	10,0	6,4	2,9	9,5	5,5	2,5	-
Melasso	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Grasso animale	1,5	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1
Calcio carb.	1,44	1,49	1,52	1,55	1,34	1,40	1,39	1,39
Fosfato bicalcico	0,42	0,45	0,46	0,42	0,22	0,22	0,22	0,27
Bicarbonato sodio	0,29	0,25	0,25	0,27	0,25	0,25	0,25	0,25
Sale	0,28	0,28	0,28	0,28	0,30	0,30	0,30	0,30
Premisc. vit. min.	0,18	0,18	0,18	0,18	0,20	0,20	0,20	0,20
Colina cloruro	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
L-lisina	0,13	0,20	0,29	0,32	-	0,10	0,19	0,25
Treonina	-	-	0,03	0,05	-	0,02	0,04	0,05
L-triptofano	-	-	-	0,01	-	-	0,01	0,01

Tabella 2.2 Componenti chimiche e nutrizionali dei mangimi utilizzati nella prova sperimentale.

Componenti	Fase 1 (100-130 kg p.v.)				Fase 2 (130 - 170 kg p.v.)			
	Alto	Intermedio	Basso	Molto basso	Alto	Intermedio	Basso	Molto basso
SS %	88,6	88,3	85,0	88,2	88,4	88,4	88,3	88,4
Amido %	42,0	43,3	45,2	45,5	44,8	45,5	47,0	47,6
Proteina grezza %	14,6	13,4	12,2	11,7	13,1	12,0	11,2	10,7
Lipidi %	3,9	3,9	3,9	3,8	3,9	3,9	3,8	3,6
NDF %	13,0	13,0	13,4	13,3	13,1	13,1	13,5	13,2
ADF %	3,4	3,4	3,3	3,3	3,1	3,0	3,1	3,1
Ceneri %	4,7	4,6	4,4	4,3	4,3	4,2	4,1	4,0
Zuccheri %	4,0	3,8	3,6	3,4	3,8	3,6	3,4	3,3
Acido linoleico %	1,52	1,50	1,49	1,49	1,53	1,51	1,50	1,49
Ca %	0,87	0,87	0,86	0,87	0,74	0,75	0,74	0,75
P %	0,52	0,51	0,50	0,49	0,47	0,45	0,44	0,44
P disponibile %	0,30	0,30	0,30	0,30	0,26	0,26	0,26	0,26
Na %	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
K %	0,82	0,74	0,68	0,62	0,74	0,67	0,62	0,57
Cl %	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Lisina %	0,72	0,65	0,60	0,58	0,55	0,51	0,48	0,46
Treonina %	0,52	0,46	0,44	0,42	0,46	0,42	0,40	0,38
Triptofano %	0,17	0,15	0,13	0,14	0,15	0,13	0,13	0,12
Metionina %	0,23	0,21	0,19	0,19	0,21	0,19	0,19	0,17
Met+Cistina %	0,50	0,46	0,43	0,43	0,47	0,43	0,41	0,40
EM kcal/kg	3066	3065	3067	3066	3081	3081	3081	3079
EN kcal/kg	2253	2255	2259	2261	2269	2271	2273	2274

Tabella 2.3 Composizione proteica dei mangimi utilizzati nella prova sperimentale.

Mangime	Livello proteico	PG nella fase 1	PG nella fase 2	PG media
A	alto	14,60%	13,10%	13,90%
M	intermedio	13,40%	12,00%	12,70%
B	basso	12,20%	11,20%	11,70%
BB	molto basso	11,70%	10,70%	11,20%

Tabella 3.1 Confronto tra il profilo aminoacidico della proteina utilizzata nella prova sperimentale e quello della proteina ideale suggerito da diversi autori per suini in accrescimento (valori espressi in percentuale della lisina).

	Lisina	Treonina	Met+Cis	Triptofano
Prova sperim. - Primo intervallo	100	72	72	23
- Secondo intervallo	100	83	86	27
INRA, 1989 (60 - 100 kg)	100	60	60	18
Wang e Fuller, 1990 (30 kg)	100	64	61	20
Henry, 1993 (25 - 100 kg)	100	65	60	18
Close e Cole, 2000	100	65-67	50-55	18-20

Tabella 3.2 Profilo aminoacidico della proteina ideale per la produzione ed il mantenimento nel suino in accrescimento secondo Fuller et al. (1989).

	Crescita	Mantenimento	Crescita	Mantenimento
Fabbisogno				
	mg/g proteina fissata	mg/kg pvm	% della lisina	% della lisina
Lisina	68	36	100	100
Metionina	19	9	28	25
Metionina + Cistina	36	49	53	139
Treonina	47	53	69	147
Triptofano	12	11	18	31

Tabella 4.1 Piano alimentare seguito nel corso della prova sperimentale.

Settimana	Primo ciclo		Secondo ciclo	
	P.V. atteso (kg)	Dosi mangime (kg)	P.V. atteso (kg)	Dosi mangime (kg)
1	91,1	2,3	90,0	2,4
2	96,2	2,4	93,6	2,4
3	101,2	2,4	98,7	2,4
4	106,4	2,5	103,8	2,5
5	111,4	2,5	108,9	2,5
6	116,0	2,5	113,7	2,5
7	120,9	2,6	118,5	2,6
8	125,5	2,6	123,2	2,6
9	130,4	2,7	128,0	2,7
10	135,2	2,7	132,8	2,7
11	139,9	2,7	137,5	2,7
12	144,6	2,8	142,2	2,8
13	149,2	2,8	146,9	2,8
14	153,9	2,9	151,6	2,9
15	158,4	2,9	156,2	2,9
16	163,0	3,0	160,7	3,0
17	167,8	3,0	165,4	3,2
18	172,5	3,0	170,2	3,2

Tabella 5.1 Statistiche descrittive delle prestazioni infra-vitam degli animali in funzione della tesi alimentare utilizzata.

Variabile	Tesi alimentare	Media	DS	P5¹	P95²
Peso iniziale, kg	A ³	99.8	11.1	78.8	116.5
	M ⁴	98.7	9.9	79.3	121.1
	B ⁵	97.7	9.7	82.0	111.8
	BB ⁶	100.6	9.6	79.750	113.0
Peso finale, kg	A ³	170.0	8.2	154.8	183.2
	M ⁴	167.1	12.5	148.4	182.6
	B ⁵	168.1	8.2	153.8	182.0
	BB ⁶	168.9	9.4	153.3	185.5
Accrescimento, kg/d	A ³	0.655	0.086	0.504	0.797
	M ⁴	0.641	0.088	0.471	0.741
	B ⁵	0.656	0.085	0.497	0.761
	BB ⁶	0.639	0.078	0.482	0.771
Consumo prova, kg	A ³	2633.1	139.2	2419.4	2816.2
	M ⁴	2663.6	204.3	2368.9	2913.7
	B ⁵	2694.3	139.4	2386.5	2868.2
	BB ⁶	2697.7	127.3	2415.1	2844.9
Indice di conversione	A ³	4.07	0.46	3.40	4.78
	M ⁴	4.21	0.46	3.59	5.03
	B ⁵	4.16	0.44	3.61	4.84
	BB ⁶	4.27	0.43	3.661	5.12
Grasso dorsale L1, mm	A ³	16.0	3.0	11.0	21.0
	M ⁴	16.1	3.3	13.0	23.0
	B ⁵	17.0	2.8	12.0	22.0
	BB ⁶	16.5	2.8	12.0	21.0
Grasso dorsale L2, mm	A ³	18.0	3.3	12.5	24.0
	M ⁴	18.6	3.7	12.0	24.0
	B ⁵	19.2	3.5	13.0	25.0
	BB ⁶	19.3	3.3	13.5	25.0
Variazione L1, mm	A ³	7.0	2.7	2.5	12.0
	M ⁴	7.4	3.4	2.0	13.0
	B ⁵	8.2	2.7	4.0	12.0
	BB ⁶	7.5	2.8	3.0	12.5
Variazione L2, mm	A ³	7.4	3.0	2.0	12.0
	M ⁴	8.4	3.7	2.0	15.0
	B ⁵	8.7	3.2	3.0	15.0
	BB ⁶	8.9	2.7	5.0	14.0

¹P5: quinto percentile

²P95: novantacinquesimo percentile

³A: dieta con contenuto proteico convenzionale

⁴M: dieta con contenuto proteico intermedio

⁵B: dieta con contenuto proteico basso

⁶BB: dieta con contenuto proteico molto basso

Tabella 6.1 Risultati dell'ANOVA per la variabile **peso iniziale**.

Effetto	Gl ¹	Somma quadrati	Media quadratica	F _{calcolato}	P
Ciclo (C)	1	6.37	6.37	0.02	0.8940
Tesi (T)	3	230.22	76.74	0.23	0.8745
C x T	3	133.16	44.39	0.13	0.9384
Box	8	2694.81	336.85	4.27	0.0002
Sesso (S)	1	436.05	436.05	5.53	0.0207
T x S	3	187.30	62.43	0.79	0.5015
Padre (P)	8	1065.37	133.17	1.69	0.1104
T x P	24	2306.27	96.09	1.22	0.2454

¹Gl: gradi di libertà

Tabella 6.2 Risultati dell'ANOVA per la variabile **peso finale**.

Effetto	Gl ¹	Somma quadrati	Media quadratica	F _{calcolato}	P
Ciclo (C)	1	96.11	96.11	1.16	0.3135
Tesi (T)	3	362.23	120.74	1.45	0.2983
C x T	3	231.67	77.22	0.93	0.4698
Box	8	664.70	83.09	1.23	0.2921
Sesso (S)	1	506.05	506.05	7.46	0.0074
T x S	3	105.15	35.05	0.52	0.6716
Padre (P)	8	1600.27	200.03	2.95	0.0053
T x P	24	3214.49	133.94	1.98	0.0103

¹Gl: gradi di libertà

Tabella 6.3 Risultati dell'ANOVA per la variabile **accrescimento**.

Effetto	GI ¹	Somma quadrati	Media quadratica	F _{calcolato}	P
Ciclo (C)	1	0.006995	0.006995	0.56	0.4772
Tesi (T)	3	0.022316	0.007439	0.59	0.6379
C x T	3	0.005100	0.001700	0.14	0.9363
Box	8	0.100660	0.012582	1.90	0.0673
Sesso (S)	1	0.000197	0.000197	0.03	0.8632
T x S	3	0.002193	0.000731	0.11	0.9537
Padre (P)	8	0.053952	0.006744	1.02	0.4254
T x P	24	0.220315	0.009180	1.39	0.1315

¹GI: gradi di libertà**Tabella 6.4** Risultati dell'ANOVA per la variabile **consumo prova**.

Effetto	GI ¹	Somma quadrati	Media quadratica	F _{calcolato}	P
Ciclo (C)	1	34773.02	34773.02	1.37	0.2758
Tesi (T)	3	205610.30	68536.77	2.70	0.1164
C x T	3	49982.47	16660.82	0.66	0.6017
Box	8	203294.72	25411.84	1.22	0.2927
Sesso (S)	1	116179.14	116179.14	5.60	0.0199
T x S	3	5335.50	1778.50	0.09	0.9677
Padre (P)	8	178728.46	22341.06	1.08	0.3858
T x P	24	784032.83	32668.03	1.57	0.0624

¹GI: gradi di libertà**Tabella 6.5** Risultati dell'ANOVA per la variabile **indice di conversione**.

Effetto	GI ¹	Somma quadrati	Media quadratica	F _{calcolato}	P
Ciclo (C)	1	0.7648	0.7648	1.83	0.2127
Tesi (T)	3	1.2609	0.4203	1.01	0.4380
C x T	3	0.0708	0.0236	0.06	0.9810
Box	8	3.3362	0.4170	2.32	0.0248
Sesso (S)	1	0.0503	0.0504	0.28	0.5974
T x S	3	0.2097	0.0699	0.39	0.7608
Padre (P)	8	1.6253	0.2031	1.13	0.3487
T x P	24	5.8472	0.2436	1.36	0.1488

¹GI: gradi di libertà

Tabella 6.6 Risultati dell'ANOVA per la variabile **grasso dorsale L1**.

Effetto	Gl ¹	Somma quadrati	Media quadratica	F _{calcolato}	P
Ciclo (C)	1	50.02	50.02	3.41	0.1020
Tesi (T)	3	54.00	18.00	1.23	0.3615
C x T	3	32.88	10.96	0.75	0.5537
Box	8	117.35	14.67	1.86	0.0740
Sesso (S)	1	20.19	20.18	2.56	0.1124
T x S	3	7.34	2.45	0.31	0.8173
Padre (P)	8	88.82	11.10	1.41	0.2011
T x P	24	205.19	8.55	1.09	0.3726

¹Gl: gradi di libertà**Tabella 6.7** Risultati dell'ANOVA per la variabile **grasso dorsale L2**.

Effetto	Gl ¹	Somma quadrati	Media quadratica	F _{calcolato}	P
Ciclo (C)	1	8.55	8.55	0.32	0.5844
Tesi (T)	3	63.94	21.31	0.81	0.5232
C x T	3	74.71	24.90	0.95	0.4628
Box	8	210.56	26.32	2.63	0.0116
Sesso (S)	1	33.92	33.92	3.39	0.0684
T x S	3	11.54	3.85	0.38	0.7643
Padre (P)	8	79.08	9.89	0.99	0.4495
T x P	24	221.18	9.21	0.92	0.5731

¹Gl: gradi di libertà**Tabella 6.8** Risultati dell'ANOVA per la variabile **variazione L1**.

Effetto	Gl ¹	Somma quadrati	Media quadratica	F _{calcolato}	P
Ciclo (C)	1	33.58	33.58	1.58	0.2444
Tesi (T)	3	53.26	17.75	0.83	0.5116
C x T	3	24.21	8.07	0.38	0.7707
Box	8	170.18	21.27	2.93	0.0055
Sesso (S)	1	2.94	2.94	0.41	0.5258
T x S	3	3.20	1.07	0.15	0.9315
Padre (P)	8	85.86	10.73	1.48	0.1745
T x P	24	190.53	7.94	1.09	0.3651

¹Gl: gradi di libertà

Tabella 6.9 Risultati dell'ANOVA per la variabile **variazione L2**.

Effetto	Gl ¹	Somma quadrati	Media quadratica	F _{calcolato}	P
Ciclo (C)	1	12.84	12.84	0.63	0.4505
Tesi (T)	3	69.77	23.26	1.14	0.3899
C x T	3	33.21	11.07	0.54	0.6666
Box	8	163.24	20.40	2.18	0.0352
Sesso (S)	1	0.07	0.07	0.01	0.9300
T x S	3	10.22	3.41	0.36	0.7792
Padre (P)	8	104.29	13.04	1.39	0.2090
T x P	24	178.39	7.43	0.79	0.7365

¹Gl: gradi di libertà

Tabella 7.1 Medie stimate dell'effetto della tesi e risultati dei confronti tra medie

Variabile	Tesi			
	A ¹	M ²	B ³	BB ⁴
Peso iniziale, kg	99.6 ^a	97.9 ^a	97.2 ^a	100.4 ^a
Peso finale, kg	169.8 ^a	165.4^b	168.1 ^a	168.9 ^a
Accrescimento, kg/d	0.655 ^a	0.630 ^a	0.664 ^a	0.641 ^a
Consumo prova, kg	2620.5 ^a	2644.9 ^a	2713.9^B	2699.3^b
Indice di conversione	4.05 ^a	4.28 ^a	4.14 ^a	4.26 ^a
Grasso dorsale L1, mm	15.8 ^a	16.3 ^b	17.5 ^a	16.8 ^a
Grasso dorsale L2, mm	17.9 ^a	18.7 ^a	19.6 ^a	19.4 ^a
Variazione L1, mm	7.0 ^a	7.7 ^a	8.8 ^a	7.7 ^a
Variazione L2, mm	7.4 ^a	8.5 ^a	9.1 ^a	9.0 ^a

¹A: dieta con contenuto proteico convenzionale

²M: dieta con contenuto proteico intermedio

³B: dieta con contenuto proteico basso

⁴BB: dieta con contenuto proteico molto basso

^{a,b}: a lettere diverse corrispondono differenze statisticamente significative tra la media della dieta A e quella di un'altra tesi (a,b: $P < 0,1$; A,B: $P < 0,05$)

11. Ringraziamenti

Desidero ringraziare il Professor Carnier per avermi dato la possibilità di svolgere questo lavoro, e per il suo costante supporto durante tutto il periodo della sperimentazione e nella stesura della presente tesi. Ringrazio inoltre il personale dell'azienda agraria sperimentale "L.Toniolo", in particolare il veterinario Luca Carraro per i suoi insegnamenti e la sua disponibilità e i tecnici del laboratorio del Dipartimento di Scienze Animali, soprattutto Luciano Magro per tutta la pazienza.

Colgo l'occasione per ringraziare, in questo lavoro che chiude il mio corso di studi all'Università, tutti coloro che mi hanno supportato e soprattutto sopportato in questi cinque anni pieni di momenti difficili ma anche di soddisfazioni, spero non solo per me ma anche quanti mi sono sempre stati vicini. Senza l'amore della mia famiglia non avrei mai raggiunto questo risultato! Grazie a mamma Doriana e papà Mirco per tutto l'aiuto affettivo e anche economico, il costante sostegno alle mie scelte e l'insostituibile pazienza che sempre avete avuto in tutto il mio percorso scolastico e non solo, permettendomi di affrontare tutte le sfide con serenità. Grazie ai miei fratelli, Luca e Danilo, per le consulenze tecnologiche, per l'affetto, per avermi sempre sopportato e per quanto dovrete sopportarmi ancora. Grazie alla nonna Valentina, per l'immane supporto culinario e tutte le merende e per esserci sempre quando ho bisogno. Grazie agli altri nonni per tutto l'affetto e i consigli, per essermi stati sempre vicini e per continuare a farlo. Grazie a Roberto, anche tu sei parte della mia famiglia, per esserci sempre, per aver capito la mia passione per gli animali, per tutto l'aiuto di ogni momento. Un grazie a tutti i miei animali, che mi hanno trasmesso la voglia d'imparare questo mestiere e il loro affetto, soprattutto ad Ali, per aver tutte le ore passate a farmi compagnia sotto la scrivania mentre studiavo e a Lea, cavia dei miei esperimenti di addestramento. Spero di aver compensato almeno in parte tutte le fatiche e i sacrifici che avete fatto per permettermi di seguire la mia passione e arrivare a questo risultato!